ALBERT AYNSHTAYNS TEORYE FUN RELATIVITET

Chaim Zhitlowsky

YIDDISH BOOK CENTER
AMHERST, MASSACHUSETTS

ח. זשיטלאווסקי

איינשטיינס טעאָריע

ד״ר ח. זשיטלאָווסקי

געזאַמלטע שריפטן

צוועלפטער באַנד

אַלבערט איינשטיינס טעאָריע פון רעלאַטיוויטעט.

פ אַ ר ל אַ ג ח. ב ז ש אָ ז אַ
ו ו א ר ש ע 1931

Printed in Poland

Dr. Ch. Żytłowski
P I S M A, t. XII.
Wydawnictwo Ch. Brzoza
Warszawa, 1931.

9 . 3 0

Druk. Piment, Sierakowska 4

די „ספּעציעלע" טעאָריע פֿון רעלאַטיוויטעט

די איינשטיינשע „טעאָריע פון רעלאַטיוויטעט״, וואָס האָט נישט לאַנג אויפגעשטורעמט די גאַנצע געבילדעטע וועלט, הויבט זיך שוין אָן אַרומצושפינען מיט לעגענדעס. איינע אַזאַ לעגענדע דערציילט, אַז איינשטיין האָט אָנגעשריבן וועגן איר אַ בוך, וואָס נאָר צוועלף מענטשן אין דער גאַנצער וועלט קאָנען עס פאַרשטיין (הפנים, כנגד די צוועלף מזלות פון דעם הימל, וועלכן איינשטיין האָט רעוואָלוציאָנירט. אָדער אפשר גאָר כנגד די צוועלף שבטים פון דעם יידישן פאָלק, וועלכן ער וויל איצטער ברענגען צוריק קיין ארץ ישראל?).

אינדעראמתן איז דאָס נאָר אַן עם-הארצישע לעגענדע. מיט דער איינשטיינשער טעאָריע, ווי מיט דער רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע בכלל אין דער איצטיקער פיזיק, באַשעפטיקן זיך טויזנטער סטודענטן. צענדליקער פראָפעסאָרן און פריוואַט-דאָצענטן לייענע וועגן איר און שרייבן וועגן איר. געוויס איז זי נישט אַלעמען קלאָר אין אַלע אירע טיילן. אָבער אויך פאַר איר, ווי פאַר יעדן פראָדוקט פון דעם מענטשלעכן געדאַנק, איז ריכטיק דער כלל, אַז אַלץ, וואָס איז קלאָר געטראַכט, קאָן ווערן קלאָר געמאַכט. אויך איינשטיינס טעאָריעס שטייגן נישט אַריבער די כוחות פון דעם מענטשלעכן פאַרשטאַנד, ווייל, אז יאָ, וואָלטן זיי נישט געקאָנט געבאָרן ווערן אין אַ מענטשלעכן פאַרשטאַנד.

לויט דער שווערקייט אירער, איז זי נישט אַ סך האַרבער, איידער פיל אַנדערע פילאָזאָפישע און אפילו וויסנשאַפטלעכע חקירות, מיט וועלכע די מענטשהייט איז פאַרטיק געוואָרן. קאַנטס טעאָריעס (פון וועלכע, אגב, איינשטיין האַלט נישט פיל) זענען

באַין ערך שווערער צו פֿאַרשטיין, איידער איינשטיינס. און די רעוואָלוציע, וועלכע קאָפּערניק האָט אַריינגעטראָגן אין די מוחות, בעת ער איז אַרויסגעטרעטן מיט זיין שיטה, אַז נישט די זון דרייט זיך אַרום דער ערד, נאָר די ערד דרייט זיך אַרום דער זון, איז אין איר צייט געווען נאָך אַ האַרבערע אומפֿאַרשטענדלעכקייט, און — נישקשה! — מען האָט זיך צו איר צוגעוווינט, און איצטער „פֿאַרשטייט" זי שוין אַ תּלמיד פֿון די נידעריקערע קלאַסן גימנאַזיע, אפֿילו ווען ער הויבט גאָרנישט אָן צו וויסן און צו פֿאַרשטיין, וואָס זענען די טעמים, וואָס צווינגען דעם מענטשלעכן שׂכל צו גלויבן אין איר אמת.

די שווערקייטן פֿון איינשטיינס טעאָריעס שטאַמען נאָר פֿון צוויי קוואַלן. ערשטנס זענען זיי אויסגעוואַקסן פֿון ספּעציעלע מאַטעמאַטיש-פֿיזיקאַלישע אויספֿאָרשונגען און אין דעם פּראָצעס פֿון יענע אויספֿאָרשונגען. אַ סך פּונקטן פֿון איינשטיינס לערע קאָנען קלאָר געמאַכט ווערן אַזוי, אַז יעדער איינער זאָל פֿאַרשטיין, וואָס איינשטיין וויל זאָגן. אָבער אינגאַנצן פֿאַרשטיין, פֿאַרוואָס ער פֿילט זיך געצוווּנגען אַזוי צו דענקען, וואָס טרייבט אים אַנידערצווואַרפֿן די ביז אַהער אָנגענומענע „אמתן", — דאָס קאָן נאָר אַ ספּעציאַליסט, וואָס איז באַקאַנט נישט נאָר מיט די יסודות פֿון דער מאָדערנער מאַטעמאַטישער פֿיזיק, נאָר אויך מיט אַלע אירע וויכטיקע רעזולטאַטן און מיט אַלע יענע האַרבע פּראָבלעמען און קשיות, וואָס וואַקסן אַרויס אין דעם פּראָצעס פֿון דער מאַטעמאַטיש-פֿיזיקאַלישער פֿאָרשונג. אַ געוויינלעכער געבילדעטער מענטש קאָן נאָר אויפֿכאַפּן דעם „שׂיחת חולין" דערפֿון, און דאָס איז פֿאַרבונדן מיט דער געפֿאַר, אַז אפֿילו די גרונט-פּרינציפּן פֿון דער נייער לערע וועט ער פֿאַרשטיין נישט גאַנץ גענוי, אָדער פֿאַרשטיין פּונקט קאַפּויער: אין דער פּאָפּולערער ליטעראַטור, וואָס האָט זיך שוין באַוויזן וועגן איינשטייניאַניזם, שטויסט מען זיך דעריבער אָן נישט זעלטן אויף אַזעלכע „מיאוסע פֿאַרשטענדענישן".

צווייטנס אָבער באַשטייען די שווערקייטן פֿון איינשטיינס שיטה אין דעם, וואָס ער קומט צו געוויסע רעזולטאַטן, וועלכע מען קאָן זיך נישט משער זיין מיטן מענטשלעכן שׂכל: מען קאָן

ווי נישט אויסמאָלן פאַרן געדאַנקלעכן אויג. מיר זענען אָבער געוווינט צו זאָגן אויף אַ זאַך: „איך פאַרשטיי זי", ווען מיר קאָנען זיך פאָרשטעלן אין געדאַנק, ווי די זאַך זעט אויס.

ווען קאָפּערניק זאָגט, אַז די ערד דרייט זיך אַרום דער זון, קאָן זיין, אַז מיר פאַרשטייען נישט, פאַרוואָס מיר זאָלן זיין געצוווּנגען צו דענקען אַזוי; אָבער אויסמאָלן זיך אָט דעם געדאַנק אין אונזער כּוח-הדמיון איז זייער גרינג. מען דאַרף זיך נאָר פאָרשטעלן אַ זון, די גרויס, ווי אַ טעלער, און די ערד, די גרויס, ווי אַן אַרבעסל, וואָס דרייט זיך אַרום איר, פּונקט ווי די לבנה דרייט זיך אַרום דער ערד.

אָבער ווען איינשטיין זאָגט, אַז די מאַטעריעלע וועלט איז נישט קיין „אין סוף", אַז זי האָט אַן ענד פון אַלע זייטן און פונדעסטוועגן איז זי אומבאַגרענעצט; אַז ווען אַ וועלכער עס איז פינטל זאָל זיך לאָזן פליען פון דער ערד אין דעם אומבאַגרענעצטן הימל אַריין און כּסדר פליען אין איין-און-דערזעלביקער גלייכער ליניע דורך אַלע שטערן און אַלע פּלאַנעטן, וואָס באַגעגענען זיך אים אויפן וועג, וועט ער סוף-כּל-סוף קומען צוריק פון דער אַנדערער זייט — צו דעמזעלביקן פּונקט, פונוואַנען ער איז אַרויסגעפלויגן, קאָן זיך דאָס קיין מענטשלעכער פאַרשטאַנד נישט משער זיין. מען קאָן זיך דאָס נישט אויסמאָלן אין געדאַנק. מען קאָן דאָס נאָר דענקען, ד. ה. זיינזען, אַז אין תּוך אַריין איז אין דעם נישטאָ קיין אינעווייניקסטער ווידערשפּרוך.

אגב וויל איך דאָ באַמערקן, אַז אין דער געשיכטע פון דעם מענטשלעכן געדאַנק זענען אַרויסגעטראָטן אַזעלכע מיינונגען וועלכע מען קאָן אפילו נישט דענקען; מען זעט קלאָר איין אַז זיי טראָגן אין זיך אַן אינעווייניקסטן ווידערשפּרוך, פון וועלכן מען קאָן בשום אופן נישט פּטור ווערן; און פונדעסטוועגן קאָן געמאָלט זיין, דער מענטשלעכער שכל זאָל גלויבן אין אַזאַ אומדענקבאַרער מיינונג; און נישט נאָר גלויבן, נאָר אויך וויסן, אַז אַנדערש קאָן דאָס נישט זיין; אַז יענע מיינונג איז אַן אמת, כאָטש זי איז אומדענקבאַר, טראָגנדיק אין זיך אַן אינעווייניקסטן ווידערשפּרוך.

אַ ביישפּיל פון אַזעלכע אומדענקבאַרע מיינונגען, וואָס קאָנען פונדעסטוועגן זיין אמת, איז די העגעל-מאַרקסישע לאָגיק, וואָס לערנט, אַז איין-און-דיזעלביקע זאַך קאָן יאָ זיין און נישט זיין אין איין-און-דערזעלביקער צייט. צו די אומדענקבאַרע מיינונגען רעכן איך צו אויך די טעאיסטישע מיינונג, אַז עס איז דאָ אַ גאָט אויף דער וועלט, און די אַטעאיסטישע מיינונג, אַז עס איז נישטאָ קיין גאָט. יעדע פון אָט די מיינונגען, ווען זי ווערט דורכגעטראַכט ביז צום סוף, פאַרוויקלט זיך אין אינעווייניקסטע ווידערשפּרוכן. זיי זענען ביידע אומדענקבאַר פאַר אַ שטרענג-לאָגישן שכל. נישט קוקנדיק דערויף קאָן מען גלויבן אין דער אָדער יענער, און נישט נאָר גלויבן, נאָר אויך וויסן, פאַרוואָס איינער זאָל זיין על פּי שכל געצוווּנגען אָנצונעמען אַזאַ גלויבן, וואָס גייט להיפך צו דעם שכל.

אַזעלכע אומדענקבאַרע מיינונגען זענען, אויף וויפל איך קאָן אָפּשאַצן, אין איינשטיינס טעאָריעס נישטאָ. אדרבא, די געשיכטע פון זיינע אַנטדעקונגען מאַכט דעם איינדרוק, אַז אויך זיין גייסט ווערט געטריבן פון דעמזעלביקן שטרעבן, וואָס באַהערשט די גייסט-אַרבעט פון יעדן גרויסן וויסנשאַפטלעכן טעאָרעטיקער. דאָס איז דאָס שטרעבן פּטור צו ווערן פון אינעווייניקסטע ווידערשפּרוכן, דענקבאַר צו מאַכן אומדענקבאַרקייטן, אין וועלכע די וויסנשאַפטלעכע פאָרשונג פון זיין צייט האָט זיך געגומען פאַרפּלאָנטערן, אָדער האָט זיך שוין פאַרפּלאָנטערט.

איינשטיינס טעאָריעס האָבן אין זיך נישט קיין אומדענקבאַרע מיינונגען, אָבער אַ סך אומפאָרשטעלבאַרע, און אין דערינען ליגט די צווייטע אורזאַך, פאַרוואָס עס איז נישט אַזוי גרינג אַריינצוטראַכטן זיך אין זיין געדאַנקענגאַנג.

מיט אַ געוויסער אָנשטרענגונג פון דעם געדאַנק קאָן אָבער אויך דער געוויינלעכער געבילדעטער מענטש זיך אַריינטראַכטן אין זיין לערע און פאַרשטיין אירע יסודות. און אויב ער קאָן נישט פאַרשטיין אַלע אירע פּרטים, דאַרף זיין שטעלונג צו איר זיין אַקוראַט אַזאַ, ווי די שטעלונג פון סאָקראַטן צו די פילאָזאָפישע לערעס פון העראַקליט דעם טונקעלן. סאָקראַט האָט געזאָגט:

„וואָס איך האָב פאַרשטאַנען פון העראַקליטן איז געוויס זייער גוט, און איך גלויב, אַז דאָס וואָס איך האָב נישט פאַרשטאַנען איז אַקוראַט אַזוי גוט, ווי דאָס, וואָס איך האָב פאַרשטאַנען".

אין די קומענדיקע קאַפּיטלען וועל איך פּרוּוון דערנענטערן צום שכל — אַזוי נאָנט, ווי דאָס איז נאָר מעגלעך — אייניקע פון יענע גרונט-פּרינציפּן, וואָס אויף זיי רוט דער בנין פון איינשטיינס רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע. איך וועל מיר דערביי דערלויבן אָפּצושאַצן איר ווערט נישט פאַר דער וויסנשאַפט — ווייל דערצו מוז מען זיין אַ ספּעציאַליסט — נאָר פאַר דער אַלגעמיינער פילאָזאָפישער וועלטאַנשויאונג.

1. די רעלאַטיוויטעט פון באַוועגונג.

די וויכטיקסטע יסודות פון איינשטיינס רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע זענען: 1) די רעלאַטיוויטעט פון באַוועגונג; 2) די רעלאַטיוויטעט פון רוים (שטח) און צייט; 3) די רעלאַטיוויטעט פון מאַטעריע און צוציאונגס-קראַפט; 4) די לערע פון רוים-געבוי און 5) די לערע פון דער ענדלעכקייט און אומבאַגרענעצטקייט פון דער וועלט. אָט די לערעס זענען אַלע אויסגעבונדן אין איינעם; זיי מוזן אָבער באַטראַכט ווערן באַזונדער.

מיר וועלן אָנהויבן מיט דער רעלאַטיוועט פון באַוועגונג און קודם כל קלאָר ווערן אין דער רעלאַטיוויטעט פון דער באַוועגונגס-ליניע.

לאָמיר פריער באַקאַנט ווערן מיט דער משנה, ווי זי שטייט געשריבן ביי איינשטיינען, און דערנאָך וועלן מיר איבערגיין צו דער גמרא מיט רש"י.

איינשטיינס משנה זאָגט: „עס איז אין זיך גופא נישטאָ קיין וועג-אויסבויג, — ד. ה. אַ וועג-אויסבויג, אין וועלכן דער קערפּער באַוועגט זיך, — עס איז נאָר דאָ אַ וועג-אויסבויג אין שייכות צו אַ באַשטימטן רעלאַציע-קערפּער". *)

---

*) „וועגן דער ספּעציעלער און דער אַלגעמיינער רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע. אַלגעמיין פאַרשטענדלעך פון א. איינשטיין", ז. 7.

וואָס איז דער טייטש דערפון?

אַלע ווייסן ווי אַזוי אַ שטיינדל פאַלט אויף דער ערד. הויבן מיר אויף די האַנט מיט אַזאַ שטיינדל און לאָזן עס אַרויס פון די פינגער, אַזוי הויבט עס אָן „פאַלן", ד. ה. זיך באַוועגן צו דער ערד. און באַוועגן זיך הייסט אַלע ווײַלע בייטן דעם אָרט אין רוים אין אַ באַשטימטער ליניע.

אויב מיר וואָלטן אין דער ערד אַרײַנגעשטעקט ווערטיקאַל אַ הויכן מאָסשטאַב (זאָגן מיר, פון אַ פּאָר מעטער) מיט די אײַנצײכענונגען פאַר די צענטע און הונדערטע טײלן פון אַ מעטער (דעצימעטערס און צענטימעטערס); און אויב מען וואָלט געלאָזט דאָס שטיינדל פאַלן פּאַראַלעל צו דעם מאָסשטאַב, וואָלטן מיר געקאָנט וויסנשאַפטלעך אויסשטודירן די פאַל-ליניע פון דעם שטיינדל. מיר וואָלטן באַמערקט, ערשטנס, אַז עס פאַלט אין אַ גלײַכער ליניע ד. ה. עס קערט זיך ערגעץ נישט אָפּ פון זיין וועג, נישט אויף רעכטס, נישט אויף לינקס. זיין וועג איז אויסגעשטרעקט, אין ערגעץ נישט אויסגעבויגן, פּונקט ווי דער מאָסשטאַב. צווייטנס וואָלטן מיר באַמערקט, אַז די געשווינדקייט, מיט וועלכער עס פאַלט, ווערט אַלץ גרעסער, וואַקסט אַלץ מער אָן, וואָס נענטער עס ווערט צו דער ערד: מיר וואָלטן באַמערקט, אַז אין יעדער שפּעטערער צייט-אײַנהייט לויפט דאָס שטיינדל דורך אַ סך מער מאָס-אײַנצײכענונגען, איידער אין דער פריערער. די מעכאַנישע וויסנשאַפט האָט פּינקטלעך אויסגערעכנט דאָס געזעץ, לויט וועלכן עס וואַקסט אָן די געשווינדקייט פון אַ פאַלנדיקן קערפּער.

איצטער לאָמיר אָננעמען, אַז מיר מאַכן אָט דעם עקספּערימענט נישט אויף דער רוענדיקער ערד נאָר אין אַ וואַגאָן פון אַן אײַזנבאַן, וואָס לויפט מיט אַ געוויסער געשווינדקייט אויף די רעלסן. עס איז באַוויזן געוואָרן סיי דורך דער טאָג-טעגלעכער דערפאַרונג, סיי דורך דער מאַטעמאַטישער אויסרעכענונג, אַז אין דעם געשווינד-באַוועגטן וואַגאָן וועט דאָס שטיינדל פאַלן פּונקט אין דערזעלביקער ליניע, אין וועלכער עס וואָלט געפאַלן, ווען דער עקספּערימענט וואָלט געמאַכט געוואָרן אינדרויסן אויף דער רו-

ענדיקער ערד. דער, וואָס זיצט אין וואַגאָן, וואָלט געזען, אַז דאָס שטיינדל פאַלט אין אַ ווירע (אַ גלייכע ליניע) און באַרירט דעם באָדן פונקט אַנטקעגן דעם אָרט, פון וועלכן עס האָט אָנגעהויבן צו פאַלן. די לענג פון זיין ליניע איז, לאָמיר זאָגן, אַ פּאָר מעטער, וועלכע עס איז דורכגעלאָפן מיט דער געוויינלעכער געשווינדקייט אין אַזאַ פאַל.

לאָמיר זיך אָבער פאָרשטעלן, אַז דער וואַגאָן איז אַ גלעזערנער, און אז איינער, וואָס שטייט דרויסן פון אים אויף דער רוענדיקער ערד, קוקט צו, ווי דאָס שטיינדל פאַלט. ווי וועט-אין זיינע אויגן אויסזען די פאַל-ליניע פון דעם שטיינדל, די לענג פון דעם פאַל-וועג און די געשווינדקייט פון דעם פאַלן? מען דאַרף נישט קיין פיל קאָפּ-אָנשטרענגונג, כדי אויפן שטעל איינצוזען, אַז דער דרויסנדיקער צוקוקער וועט זען אַ גאַנץ אַנדער פאַל-ליניע. זי וועט זיין נישט קיין גלייכע, נישט אויסגעשטרעקט פון אויבן אַראָפּ, נאָר אַן אויסגעבויגענע, אַן אויסגעקרימטע אין דער ריכטונג פון דעם פאָרנדיקן וואַגאָן. אינדעראמתן! זאָל דער לייענער זיך משער זיין, אַז די ערשטע צען גלייכע שורות פון דעם זייטל, וועלכעס ער לייענט איצט, זענען דער וואַגאָן און די עלפטע שורה איז די באַן-דאַמבע, אויף וועלכער דער וואַגאָן באַוועגט זיך פון רעכטס צו לינקס. בעתן אָנהויב פונם פאַלן איז דאָס שטיינדל געווען, לאָמיר זאָגן, ביי דעם ערשטן אות פון דער ערשטער שורה רעכטס. וואָלט דער וואַגאָן געשטאַנען שטיל, וואָלט דאָס שטיינדל אַראָפּגעפאַלן אין אַ ווירע פונקט ביי דעם ערשטן אות פון דער צענטער שורה, וואָס שטייט פונקט איבער דעם ערשטן אות פון דער עלפטער שורה. אָבער דער וואַגאָן באַוועגט זיך שנעל פון רעכטס צו לינקס. ממילא איז דאָס שטיינדל אין זיין פאַלן אַלע ווײַלע געפאָרן אין איינעם מיט דעם וואַגאָן. און ווען עס איז אַראָפּגעפאַלן ביי דעם ערשטן אות פון דער צענטער שורה, איז אָט דער אות דעמאָלט פאַרבייגעפאָרן, זאָגן מיר, דעם זעקסטן אות פון דער עלפטער שורה, דער רוענדיקער דאַמבע. דאָס הייסט, אַז דאָס שטיינדל האָט אַלע ווײַלע מיט דעם פאָרן פון וואַגאָן זיך געקירעוועט פון זיין וועג צו-לינקס-צו. אַזאַ

בסדרדיקער נישט איבערגעריסענער קירעווען-זיך מוז אַרויסברענגען נישט קיין ווירע, נאָר אַן אויסגעבויגענע ליניע פון אַ באַשטימ-טער פאָרם. די מאַטעמאַטיק רעכנט אויס, אַז די פאָרם פון דעם אויסבויג וועט זיין אַ פּאַראַבאָל, וואָס זעט אויס ווי דאָס פאַלן פון אַ שטערן אויפן נאַכטלעכן הימל. די פּאַראַבאָל איז לענגער איידער אַ ווירע אין די זעלביקע גרענעצן. און אויב דאָס שטיינדל איז דורכגעלאָפן אַ לענגערן וועג אין דערזעלביקער צייט, הייסט עס, אַז די געשווינדקייט פון זיין פאַלן איז געווען אַ גרעסערע.

ממילא איז קלאָר, אַז בעת דער רייזנדער אין וואַגאָן האָט פאַר זיך געזען אַ געוויינלעכע אויסגעשטרעקטע פאַל-ליניע, אַ ווירע, האָט דער צוקוקער אויף דער רוענדיקער דאַמבע געזען פאַר זיך אַ פּאַראַבאָל, מיט אַ גרעסערער לענג און אַ גרעסערער גע-שווינדקייט.

מען קאָן אויסשפּינען דעם ביישפּיל נאָך ווייטער. די דאַמבע רוט, ווייל זי איז פאַרבונדן מיט דער ערד, וואָס רוט לגבי דעם פאָרנדיקן וואַגאָן. אָבער די ערד אַליין רוט דאָך נישט. זי דרייט זיך קודם אַרום איר אייגענער „אַקס". די פּונקטן פון דעם אויס-בויג, דורך וועלכע דאָס שטיינדל איז כסדר דורכגעפלויגן צו דער דאַמבע צו, האָבן אין דער צייט פון דעם פליען געביטן זייער אָרט אין דער ערדס אָרביטע. און ווען איינער וואָלט דעמאָלט געקאָנט שטיין ערגעץ-ווו דרויסן פון דער ערד און צוקוקן, ווי אַזוי דאָס שטיינדל פאַלט, ד. ה. בייט כסדר זיינע פּאָזיציעס אין דעם רוים, וואָלט ער שוין געזען אַן אַנדער אויסגעבויגענע ליניע, פון אַ סך אַ גרעסערער לענג און אויך אַ גרעסערער געשווינדקייט.

לאָמיר נאָך האָבן אין אויג, אַז בעת די ערד דרייט זיך אַרום זיך גופא, באַוועגט זי זיך אַרום דער זון, ד. ה. זי בייט אַלע וויילע איר אָרט אין דעם רוים פון דעם זון-סיסטעם מיט דער געשווינדקייט פון דרייסיק טויזנט קילאָמעטער אין אַ סע-קונדע. אויב אַ צוקוקער וואָלט פון דער זון אויס געקאָנט צוקוקן זיך צו דעם פאַלן פון דעם שטיינדל, וואָלט ער געזען אַ פאַל-ליניע פון טויזנטער מייל די לענג, פון אַ פאַרדרייטן

אויסבויג און פון אַ געשווינדקייט, וואָס שטייגט אַריבער טויזנטער מאָל די געשווינדקייט פון דעמזעלביקן פאַלנדיקן שטיינדל אויף דער ערד.

אָבער אויך די זון-סיסטעם שטייט נישט אויף אַן אָרט. די זון, מיט אַלע אירע פּלאַנעטן, טראָגט זיך ערגעץ-וווהין אין דער ריכטונג פון דער שטערן-גרופּע „הערקולעס". און אויך יענע שטערן-גרופּע וועט מסתּמא נישט וואַרטן אויף אונז, ביז מיר וועלן איר מתּיר זיין זיך צו באַוועגן. און אַזוי ווייטער, און אַזוי ווייטער, און אַזוי ווייטער. עס קאָן זיין, עס איז ערגעץ נישטאָ אין דעם וועלט-אַל אַזאַ אַבסאָלוט-רוענדיק אָרט, פון וועלכן מיר זאָלן קאָנען געמיטלעך צוקוקן צו דעם פאַלן פון דעם שטיינדל און נישט מיטגעשלעפּט ווערן, מיט אים אינאיינעם, ערגעץ-וווּ אַנדערש אין דעם וועלטן-רוים.

וואָס איז דערפון געדרונגען? געדרונגען איז דערפון קודם כּל, אַז איין-און-דערזעלביקער פיזיקאַליש-מעכאַנישער פּראָצעס (דאָס פאַלן פון אַ שטיינדל) קומט פאָר אין איין-און-דערזעלביקער צייט אין פאַרשיידענע פאָרמען, לענגען און געשווינדקייטן, וואָס שליסן איינע די אַנדערע אויס. ער איז אין אַ ווירע און איז אין אַן אויסבויג; עס איז אַ פּאָר מעטער די לענג און איז טויזנטער מייַלן די לענג; עס איז פון אַ געוויינלעכער געשווינדקייט און פון אַ שווינדלענדיקער געשווינדקייט. (איך לאָז דאָ אַרויס דעם פאַקט, וואָס סוּבּיעקטיוו פאַרקלענערט זיך די געשווינדקייט מיט דעם מהלך, וואָס צווישן דעם צוקוקער און דעם אָנגעקוקטן פּראָצעס).

אָט די אַלע פאַרשיידענע אויסבויגן (אויך די ווירע ווערט מאַטעמאַטיש באַטראַכט ווי אַ ספּעציאַל-פאַל פון אַן אויסגעבויגטער ליניע), — אָט די אַלע פאַרשיידענע אויסבויגן, זאָגן מיר, זענען סותר איינער דעם אַנדערן. זיי קאָנען נישט אַלע זיין גלייך אמת. וועלכער פון זיי איז דער אמתער?

פאַרשיידענע ענטפערס קאָנען געגעבן ווערן אויף דערדאָ. זיקער שאלה. די אַלטע עלעאַטן, צ. ב., וואָס האָבן די ערשטע זיך גענומען אַריינטראַכטן אין דעם מהות פון דער באַוועגונג און האָבן אַנטפּלעקט אין איר געוויסע ווידערשפּרוכן (נישט די, מיט

וועלכע מיר האָבן דאָ צוטאָן) האָבן פון יענע ווידערשפּרוכן גע-
דרונגען, אַז אין תּוך אַריין איז גאָר נישטאָ קיין באַוועגונג אין
דער וועלט: אַז די גאַנצע מעשה פון באַוועגונג איז נישט מער
ווי אַ דמיון פון אונזערע חושים, ווייל אין תּוך אַריין קאָן נאָר
זיין אַן אייביקע רו. דער עלעאַטיזם איז נאָך עד היום נישט אין
גאַנצן אָפּגעפרעגט אין דער פילאָזאָפיע. אָבער איינשטיין האָט זיך
בישט וואָס צו רעכענען מיט אים שוין דערפאַר אַליין, וואָס
ער איז אַ פּ י ז י ק ע ר און נישט קיין מעטאַפיזיקער. די פיזיק און
די מעכאַניק, אויף וועלכער זי איז אויפגעבויט, האָט צו טאָן
ד ע ר ע י ק ר מיט באַוועגונג. פאַר א י ם איז דאָס אַ פאַקט, וואָס
קאָן נישט אָפּגעלייקנט ווערן.

אויך ספּ ע נ ס ע ר האָט זיך אין זיינע „ערשטע פּרינציפּן״
(פאַראַן אַן אויסגעצייכנטע יידישע איבערזעצונג פון ד״ר י. א.
מעריסאָן) שטאַרק באַשעפטיקט מיט די ווידערשפּרוכן אין דער
באַוועגונג, זייער ענלעכע צו די, וועלכע מיר האָבן באַשריבן.
ספּענסער קומט צו דעם רעזולטאַט, אַז די ווידערשפּרוכן שטייגן
אַריבער די גרענעצן פון דעם מענטשלעכן שכל און אַז מיר האָבן
דאָ צו טאָן מיט עפּעס אַזוינס, וואָס איז „אומדערקענבאַר״. עס איז
אַ פאַרבאָרגענער סוד פון דער נאַטור און מיר דאַרפן אים נעמען
אַזוי ווי ער איז, נישט פּרוּוונדיק אַריינצודרינגען אין זיין תּוך.

איינשטיין גיט אונז אין זיין רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע אַ ניי-
עם ענטפער אויף דער שאלה, וואָס מאַכט אַ סוף צו אַלע סתירות
און סודות. די ווידערשפּרוכן וואַקסן אויס נאָר דעמאָלט, ווען מיר
נעמען אָן, אַז עס איז דאָ אַן אַבסאָלוטע באַוועגונגס-פאָרם פאַר
אַ פאַלנדיקן שטיינדל אָדער איבערהויפּט פאַר אַ באַוועגטן קערפּער.
לאָמיר זיך אָפּזאָגן פון אָט דעם געדאַנק פון אַן אַבסאָלוט, לאָ-
מיר אָננעמען, אַז עס איז גאָרנישטאָ אין דער מציאות אַזאַ אַב-
סאָלוטע באַוועגונג. יעדע באַוועגונג איז ר ע ל אַ ט י וו, ד. ה. אַ
קערפּער באַוועגט זיך נאָר דעמאָלט, ווען מען פאַרגלייכט אים
מיט אַן אַנדער קערפּער, וואָס געפינט זיך אין „רו״, און ער
באַוועגט זיך נ אָ ר א י ן ש י י כ ו ת צו יענעם קערפּער, וועלכן מיר
נעמען אָן, אַז ער געפינט זיך אין רו. צוריק איז אויך נישטאָ

קיין אַבסאָלוטע רוה. אַ קערפּער געפינט זיך אין „רו" נאָר דעמאָלט, ווען מיר פאַרגלייכן אים מיט אַן אַנדער קערפּער, וואָס באַוועגט זיך לגבי אים, און ער איז אין רו נאָר אין שייכות צו יענעם זיך באַוועגנדיקן רעלאַציע-קערפּער.

נאָך מער: אין זיין „אַלגעמיינער" רעלאַטיוויטעטס-לערע, וואָס איז אַ דערווייטערונג און אַ פאַראַלגעמיינערונג פון זיין „ספּעציעלער" רעלאַטיוויטעטס-לערע, שטעלט זיך איינשטיין אַוועק אויף יענעם שטאַנדפּונקט, וואָס איז, אויב איך מאַך נישט קיין טעות, אַרויסגעזאָגט געוואָרן דאָס ערשטע מאָל פון קאַנטן אין זיין נאַטור-פילאָזאָפיע און וואָס קאָן אויסגעדריקט ווערן אַן ערך אַזוי: ווען איין קערפּער איז אין „רו", צ. ב. די באַן-דאַמבע, רעלאַטיוו צו אַן אַנדער קערפּער, צ. ב. דעם וואַגאָן, וואָס איז אין באַוועגונג, און דער אַנדערער קערפּער (דער וואַגאָן) איז אין באַוועגונג רעלאַטיוו צו דעם ערשטן קערפּער (דער דאַמבע), וואָס איז אין רו, קאָן מען אפילו אין די גרענעצן פון אָט דער רעלאַציע נישט זאָגן אַבסאָלוט, וועלכער קערפּער איז אין רו און וועלכער קערפּער איז אין באַוועגונג. עס איז גלייך ריכטיק צו זאָגן, אַז די דאַמבע רוט און דער וואַגאָן באַוועגט זיך אויף איר פון רעכטס צו לינקס, ווי אַז דער וואַגאָן רוט, און די דאַמבע באַוועגט זיך אונטער אים פון לינקס צו רעכטס. דער באַשלוס, וועלכן קערפּער מען זאָל באַטראַכטן ווי דעם רוענדיקן און וועלכן קערפּער ווי דעם באַוועגטן, ווערט געמאַכט מחמת גאַנץ אַנדערע טעמים, איידער די, וואָס געפינען זיך אין דער געגעבענער רעלאַציע, און קאָנען נישט האָבן קיין אַבסאָלוטן כאַראַקטער. אָט דער געדאַנק פאַלט צונויף אויך מיט די פּסיכאָלאָגישע און דערקענטעניש-טעאָרעטישע פאַקטן פון אונזער טאָג-טעגלעכן לעבן. ווען איינער קוקט פון אַ בריק אויס אויף אַ ראַשבליסנדיקן שטראָם אונטערן בריק, דאַכט זיך אים אָפט, אַז דער שטראָם שטעלט זיך פּלוצלונג אַוועק, און אַז דער „רוענדיקער" בריק הויבט זיך אָן צו טראָגן אין אַ באַוועגונג אַרויפן וואַסער. דעם רייזנדן אין וואַגאָן דאַכט זיך אָפט, אַז זיין וואַגאָן שטייט שטיל און אַז די געגנט אַרום לויפט ראַש אַנטקעגן אים. אַ מענטש,

וואָס הויבט זיך אויף אַ לופט-באַלאָן אינדערהויך, זעט, ווען ער קוקט אַראָפּ, ווי די גאַנצע ערד פאַרזינקט ערגעץ-ווו אין אַ תהום, בעת זיין באַלאָן שטייט אויף איין · אָרט.

לויט איינשטיינס (קאַנטס) טעאָריע פון באַוועגונג געפינט זיך אָט דער סוביעקטיוו-פּסיכאָלאָגישער פאַקט אין דער פולסטער האַרמאָניע מיט דעם מעכאַניש-פיזיקאַלישן אמת, אַז אין דער רע-לאַציע צווישן אַ רוענדיקן און אַ זיך-באַוועגנדיקן קערפּער איז אָביעקטיוו קיין נפקא מיניה נישט, וועלכן קערפּער מען זאָל באַ-טראַכטן אין רו און וועלכן אין באַוועגונג. פאַר דער פיזיקאַלישער אויספאָרשונג פון דעם פאַל איז קיין ברעקל נפקה מיניה נישט, צי מען נעמט אָן, אַז די ערד רוט, און דער באַלאָן פליט פון איר אַוועק אינדערהויך, אָדער אַז דער באַלאָן רוט און די ערד זינקט פון אים אַוועק אינדערנידער.

ביז צו איינשטיינען איז אָט דער קאַנטישער געדאַנק גע-בליבן נאָר אַ פילאָזאָפיש-דערקענטעניש-טעאָרעטישער בליק, וואָס איז מיט ליבע אָנגעווענדט געוואָרן אין דער „עמפּיריא-קריטישער״ שולע פון אַווענאַריוס און מאַך. אויף וויפל מיר איז באַקאַנט, האָט נאָר קאַרל נעיסער געפּרוווט אויסנוצן דעם געדאַנק, כּדי צו באַווייזן די רעלאַטיוויטעט פון דער קאָפּערניקאַנישער אַסט-ראָנאָמיע און די מעגלעכקייט פון אַ נייעם אַסטראָנאָמישן סיסטעם, וואָס זאָל זיין אַ סינטעז פון קאָפּערניק און פּטאָלאָמעי (זע וועגן דעם אין מיין ביכל: „די מאַכט פון דעם אמת״, אַרויסגעגעבן פון דער קראָפּאָטקין-געזעלשאַפט).

ערשט אין איינשטיינס הענט ווערט אָט דער דערקענטעניש-קריטישער בליק פאַרוואַנדלט אין אַ מעכטיקן וויסנשאַפטלעכן כּלי-זין, מיט וועלכן ער רעוואָלוציאָנירט ניוטאָנס גראַוויטאַציע-לערע און ברענגט אַרויס אַ נייעם פונדאַמענט פאַר דער אַסטראָנאָמישער פאָרשונג, וועלכע האָט שוין איצטער געקאָנט פאַרטיק ווערן מיט אַ פּראָבלעם, וואָס די „קלאַסישע״, ניוטאָנישע מעכאַניק האָט נישט געקאָנט פאַרענטפערן (די מעשה מיט דעם פּלאַנעט מערקור).

טיף און זיך אַריינרייסנדיק אין אַלע פעלדער פון דעם

מענטשלעכן געדאַנק איז אָט דער בליק אויף דער רעלאַטיוויטעט פון באַוועגונג. אויסצורעכענען אַלע זיינע קאָנסעקווענצן און מעגלעכע ווירקונגען אויף דעם מענטשלעכן געדאַנק קאָן נישט געפרווט ווערן אין די גרענעצן פון מיין דאָזיקער אַרבעט. נאָר איין פונקט לאָזט מיר דאָ אָנמערקן.

דער גאַנצער טעאָרעטישער און פילאָזאָפישער געדאַנקענגאַנג פון דער מענטשהייט מאַטערט זיך תמיד אָפּ אויף די סתירות און היפוכים, וואָס שטעלן זיך אים אין וועג. גאָט און וועלט, רוחניות און גשמיות, נשמה און גוף, לעבן און טויט, אינדיווידואום און פאָלק, באַוועגונג און רו, „סוביעקטיוו" און „אָביעקטיוו", און נאָך און נאָך.

דער מענטשלעכער געדאַנק איז גענייגט צו פּאַראַבסאָלו־טירן אָט די היפוכים. „גאָט" איז עפּעס וואָס איז לגמרי פאַר־שיידן פון „וועלט". קיין זאַך וואָס איז חל אויף „גשמיות" (מאַ־טעריע) קאָן נישט חל זיין אויף „רוחניות" (גייסט), און כדומה אַזעלכע אַבסאָלוטע באַהויפּטונגען. און דערנאָך, ווען דער מענטש־לעכער געדאַנק האָט זיי פאַראַבסאָלוטירט, פּלאָגט ער זיך, ווי אַזוי צו פאַראייניקן זיי אין איין - איינציקער האַרמאָנישער איינ־הייט. דערביי ברענגט ער אַרויס צוויי־פאַרשיידענע אַרטן פון דעם מאָניסטישן דענקען: דעם גענעטישן מאָניזם און דעם סינטעטישן מאָניזם, ווי איך האָב די צוויי אַרטן אָנגערופן אין מיין „אַריינפיר אין דער פילאָזאָפיע". דער גענעטישער מאָ־ניזם זוכט צו ראַטעווען איין אַבסאָלוט אויף דעם חשבון פון דעם אַנדערן. אַזוי לערנט צ. ב. דער חסידיזם, אַז די „וועלט" איז בכלל אויף דער וועלט נישטאָ, אַז אַלץ איז גאָט. („רק דו, נאָר דו"), אָדער אַז „וועלט" איז נאָר אַ געוויסער „צמצום" פון גאָט (די קבלה). אַזוי לערנט דער מאַטעריאַליזם, אַז עס איז נישטאָ קיין „גייסט", אַז גייסט איז נאָר אַ געוויסער צושטאַנד אין אַ געוויסער טייל מאַטעריע (די נערוון און דער מאַרך).

דער סינטעטישער מאָניזם ווידער, וואָס זיין גענינאַל־סטער אויסבויער איז געווען שפּינאָזאַ, גיסט צענויףביידע היפוכים אין איינס אויף אַזאַ אופן, אַז ביידע היפוכים בלייבן גאַנץ אין

זייער אינעווייניקסטן כאַראַקטער, אָבער זיי ווערן פאָרט פאַר־איינימט אינאײנעם אַזוי, אַז קיינער באַקומט נישט די איבערהאַנט איבער דעם אַנדערן. זיי ווערן צוויי גלייכע אַטריבוטן פון איין־און־דערזעלביקער סובסטאַנץ. ״רוחניות״ און ״גשמיות״ צ. ב. בלייבן אין זייער אינעווייניקסטן מהות פאַרשיידן איינע פון דער אַנדערער. דאָס וואָס מיר רופן ״רוחניות״ (״דענקען״) ווערט נישט ״גשמיות״ (״אויסגעשפרייטקייט״) און ״אויסגעשפרייטקייט״ ווערט נישט ״דענקען״. זיי קאָנען זיך נישט בייטן מיט זייערע ערטער. זיי פאַרלירן נאָר זייער זעלבשטענדיקייט און ווערן צוויי ״זייטן״ פון איין־און־דערזעלביקער זאַך, פון דער געטלעכער וועלט־סובסטאַנץ. דאָרטן ווו עס איז איז דאָ ״רוחניות״ איז אויך דאָ ״גשמיות״ און ווו עס איז דאָ ״אויסגעשפרייטקייט״ (״מאַטעריע״) איז אויך דאָ ״דענקען״ (״גייסט״).

אין אונזער ספּעציעלן פּראָבלעם מיט דעם דואַליזם פון באַוועגונג און רו קאָן מען אויך אָנווייזן אויף דער אַרבעט פון דעם מאָניסטישן געדאַנק אין זיינע ביידע פאָרמען: דער ״גענעטישער״ און דער ״סינטעטישער״. ביז צו איינשטיינען האָט געהערשט דער גענעטישער טיפּ, וואָס וויל פּטור ווערן פון איין היפּך, כּדי צו ראַטעווען דעם אַנדערן. אַזוי האָבן די עלעאַטן געלערנט, אַז עס איז דאָ נאָר רו און אַז די באַוועגונג איז נאָר אַ דמיון אין אַ רוענדיקן. אַזוי האָט העראַקליט געלערנט (און נאָך אים העגעל און נאָך העגעלן מאַרקס און ענגעלס), אַז ס׳איז דאָ נאָר באַוועגונג און אַז די רו איז נאָר אַ דמיון אין אַ באַוועגטן (אין די מענטשלעכע חושים).

איינשטיין איז דער ערשטער, וואָס פאַרבינדט די צוויי היפּוכים סינטעטיש כּמעט אַזוי ווי דאָס טוט שפּינאָזאַ. באַוועגונג און רו זענען איינס. דאָרטן, ווו עס איז רו איז באַוועגונג, און ווו עס איז באַוועגונג — איז רו. אָבער בעת ביי שפּינאָזאַן קאָנען ״רוחניות״ און ״גשמיות״ זיך נישט בייטן מיט זייערע ערטער, ווייל זיי האָבן נאָך נישט פאַרלאָרן זייער

„אַבסאָלוטיסטישן" אויסטייטש, ווערן ביי איינשטיינען „רו" און „באַוועגונג" אַזוי פאַררעלאַטיווירט, אַז זיי קאָנען אין יעדער צייט זיך אויסבייטן איינער אַנטקעגן דעם אַנדערן, עס ווענדט זיך אָן דעם, וועלכן פון די היפוכים מען נעמט פאַר דעם „רעלאַציע-קערפּער". באַטראַכט איך איינעם פון די קערפּערס פאַר דעם רוענדיקן, איז דער אַנדערער אין באַוועגונג; באַטראַכט איך דעם אַנדערן פאַר דעם רוענדיקן, איז דער ערשטער אין באַוועגונג.

איינשטיינס שטאַנדפּונקט איז דאָ דעריבער אַן אייגנאַרטיקער, העכסט-אָריגינעלער „סינטעטישער מאָניזם". אַ „סינטעטישער מאָניזם" אויף אַ דערקענטעניש-קריטישן יסוד: אַ פאַררעלאַטיווירטער סינטעטישער מאָניזם. מיר וועלן מיט אָט דעם נייעם אופן צו פאַראייניקן היפוכים זיך נאָך באַגעגענען ביי איינשטיינען און זיינע חברים אין דעם אויסבוי פון דער רעלאַטיוויטעטס-לערע (דער עיקר ביי מינקאָווסקין).

דאָ וויל איך נאָר אויפשטעלן די פראַגע פאַר די „יודעי חן": איז אפשר אָט דער וועג, וואָס האָט זיך אַרויסגעוויזן אַזוי דערפאָלגרייך ביי דעם פּראָבלעם פון „רו" און „באַוועגונג", אויך דער וועג, אויף וועלכן אַלע אַנדערע ענלעכע פּראָבלעמען אין דער פילאָזאָפיע קאָנען געפינען זייער בעסטן ענטפער? איז אפשר דער „סינטעטישער מאָניזם אויף אַ דערקענטעניש-קריטישן יסוד" אָדער דער „פאַררעלאַטיווירנדיקער סינטעטישער מאָניזם", ווי מען קאָן אים אָנרופן, די בעסטע מעטאָדע, ווי אַזוי פאַרטיק צו ווערן מיט אַזעלכע פילאָזאָפישע פּראָבלעמען? איז נישט אַמאָל דער „קאַנטישער שפינאָזיזם" יענער סינטעז, צו וועלכן עס שטרעבט דער מאָדערנער פילאָזאָפישער געדאַנק?

אָבער — לאָמיר לאָזן די פילאָזאָפיע אָן אַ זייט. פון די פילאָזאָפישע הימלען לאָמיר זיך אומקערן צו דעם אַסטראָנאָמישן הימל מיט זיינע שטערן און פּלאַנעטן, צו זיין ערד, און צו דעם קליינינקן שטיינדעלע, וואָס האָט מיט זיין אומשולדיקן פאַלן אין אַ זיך באַוועגנדיקן וואַגאָן אַרויסגערופן די גאַנצע תקירה.

איז — ווי איז פּאָרט דאָס שטיינדעלע געפאַלן? אין אַ ווירע, פון אַ פּאָר מעטער די לענג, אָדער אין אַן אויסבויג אויף אַ מהלך פון אַ פּאָר טויזנט מייל? וועלכער ענטפער אויף דער שאלה איז דער אמתער?

דער לייענער, וואָס האָט זיך אַריינגעטראַכט אין איינשטיינס רעלאַטיוויסטישן געדאַנקענגאַנג, קאָן איצט גרינג פאַרשטיין זיין ענטפער אויף דער שאלה.

נעמט איר די פראַגע אין אַן אַבסאָלוטן זין, איז קיין איין ענטפער קיין אמת נישט, ווייל עס איז נישטאָ קיין אַבסאָלוטע באַוועגונג, און ממילא איז דער אַבסאָלוטער זין פון דער שאלה אַן אַבסאָלוטער אומזין. נעמט איר אָבער די פראַגע אין אַ רעלאַטיוון זין, פרעגט איר, ווי איז דאָס שטיינדעלע געפאַלן רעלאַטיוו צו דעם קערפּער, וועלכן איר באַטראַכט פאַר רוענדיק, אין שייכות צו אים, איז יעדער פון די געפונענע ענטפערן ריכטיק... אין די גרענעצן פון דער שאַרף - אַרומגעשריבענער רעלאַציע.

דער פאָרנדיקער וואַגאָן איז אין רו בנוגע צו דעם שטיינדעלע. דאָרטן און נאָר דאָרטן איז עס, דאָס שטיינדעלע, געפאַלן אין אַ ווירע פון אַ באַשטימטער לענג.

בנוגע צו דער ערד (דער דאַמבע) איז דאָס שטיינדעלע (אין איינעם מיט דעם וואַגאָן), געווען אין באַוועגונג, און די דאַמבע איז בנוגע צו זיי געווען אין רו. אין שייכות צו דער דאַמבע איז עס דעריבער געפאַלן אין אַ ביסל אַ לענגער פּאַראַבאָל. בנוגע אָבער צו דער זון, אויב מען זאָל די זון באַטראַכטן ווי דעם רוענדיקן רעלאַציע-קערפּער. איז דאָס שטיינדעלע געפאַלן אין אַן אויסבויג פון עטלעכע טויזנט מייל.

אָט דאָס איז דער זין און דער טייטש פון איינשטיינס משנה, וואָס לערנט, אַז „קיין וועג-אויסבויג, — ד. ה. אַ וועג-אויסבויג, אין וועלכער דער קערפּער באַוועגט זיך, — איז אין זיך גופא נישטאָ. עס איז נאָר דאָ אַ וועג-אויסבויג אין שייכות צו אַ באַשטימטן „רעלאַציע-קערפּער״.

ווען מיר האָבן באַטראַכט די פּאָל-ליניע אין שייכות צו פֿאַרשיידענע רעלאַציע-קערפּערס (דעם וואַגאָן, דער דאַמבע, די זון) האָבן מיר געזען, אַז דערביי האָבן זיך געביטן: דער אויסבויג פֿון דער ליניע, איר לענג, און די געשווינדקייט פֿון דער פּאָל-באַוועגונג. אַבסאָלוט אומפֿאַרענדערט זענען אָבער דערביי געבליבן צוויי עלעמענטן. ערשטנס די צייט, אין וועלכער עס האָט זיך אָפּגעשפּילט די אונז אינטערעסירנדיקע נאַטור-דערשיינונג. דער פּראָצעס, לאָמיר זאָגן, האָט געדויערט אַ סעקונדע. און אָט די סעקונדע, איז געווען די זעלביקע סעקונדע סיי אין דעם וואַגאָן, סיי אויף דער דאַמבע, סיי אויף דער זון. מיר גלויבן, אַז עס איז דאָ נאָר איין איינציקע וועלט-צייט, די אַבסאָלוטע צייט. זי פֿליסט אומעטום גלייכמאָסיק און אָן אַ ברעקל שייכות צו די זאַכן און פּאַסירונגען, וואָס קומען [illegible] איר פֿאָר. אַ סעקונדע דויערט אין איר אומעטום גלייך. עס קאָן נישט געמאָלט זיין, אַז אַ סעקונדע זאָל ערגעץ-ווו אין דער וועלט דויערן מער אָדער ווייניקער איידער איר אַבסאָלוטע לענג.

דער צווייטער עלעמענט, וואָס איז געבליבן אומפֿאַרענדערט אין דער פֿאַררעלאַטיווירונג פֿון דער באַוועגונג, איז דער פֿאַרנעם פֿון דעם שטיינדעלע, ד. ה. זיין אָרט, וועלכן עס פֿאַרנעמט אין דעם וועלט-רוים: זיין לענג, זיין ברייט, זיין דיק. אויך דער וועלטן-רוים איז אַן אומפֿאַרענדערלעכער אייביק-רוענדיקער אַבסאָלוט (אַזוי גלויבן מיר), אויך ער איז איין-איינציקער אין דער וועלט, אַן אומענדלעך-אויסגעשפּרייטער אין אַלע זייטן און ריכטונגען. דאָס שטיינדעלע (דער זיך באַוועגנדיקער קערפּער) פֿאַרנעמט אין אים אַ געוויסן אָרט, וואָס קאָן אויסגעמאָסטן ווערן אין דער לענג, אין דער ברייט, אין דער טיף. און אויב עס זאָלן נישט זיין קיין פֿיזיקאַלישע אורזאַכן, וואָס זאָלן ענדערן זיין פֿאַרנעם, (ווי צ. ב. וואַרעמקייט אָדער קעלט), דאַרף זיין פֿאַרנעם בלייבן דערזעלביקער, אַלץ איינס, צי ער געפֿינט זיך אין רו, צי ער געפֿינט זיך אין באַוועגונג. אויב זיין לענג איז, צ. ב. צוויי צענטימעטער,

בלייבט ער אין דערזעלביקער לענג, סיי אין באַוועגונג, סיי אין רו, ווייל דער מעטער מוז בלייבן אין דערזעלביקער לענג, ווי און ווען מען זאָל מיט אים נישט מעסטן.

אַ מעטער רוים איז אומעטום און אונטער אַלע אומשטענדן פון דערזעלביקער לענג, אַ סעקונדע צייט איז אומעטום און אונטער אַלע אומשטענדן פון דערזעלביקער דויער. דאָס איז מחייב דער שכל. אָננעמען, אַז אַ סעקונדע קאָן אַמאָל ווערן פון אַ קלענערער אָדער גרעסערער דויער און אַז אַ מעטער קאָן אַ מאָל ווערן פון אַ גרעסערער אָדער קלענערער לענג קאָן מען (אַזוי דוכט זיך) נאָר אין אַזאַ וועלט, ווו אַלע שבת־צונאַכט, נאָך האַלבן טאָג גליטשן זיך לעבעדיקע מתים אויף אַ לונג־און־לעבערל פון אַ ניסל, ד״ה אין דער וועלט פון דעם אַבסאָלוטן פידרעך.

און פונדעסטוועגן טוט דאָס איינשטיין און שרעקט זיך נישט פאַר דעם „אַבסאָלוטן פידרעך". ער זאָגט בפירוש, אַז אין געוויסע פאַלן קאָן סיי די סעקונדע צייט, סיי דער מעטער רוים ווערן קלענער אָדער גרעסער, לענגער אָדער קירצער.

אויף אַזאַ אופן פאַררעלאַטיווירט איינשטיין די צוויי אַבסאָלוטסטע אַבסאָלוטן, וואָס די פיזיקאַלישע וויסנשאַפט האָט געהאַט ביז אַהער: דעם רוים און די צייט.

אין דעם נאָענטסטן קאַפּיטל וועלן מיר דאַרפן דערקלערן, וואָס עס האָט איינשטיינען געצוווּנגען צו קומען דערצו און וואָס איז דער זין פון זיין לערע אין אָט דעם פּרט.

II

דער שווערסטער טייל פון איינשטיינס טעאָריעס איז זיין לערע וועגן דער רעלאַטיוויטעט פון רוים און צייט: דער שווערסטער און אין דערזעלביקער צייט דער באַדייטנדסטער. ער טראָגט מיט זיך אַריינאַ גאַנצע רעוואָלוציע אין אונזערע ביז־אַהעריקע באַגריפן וועגן דעם ענין, — באַגריפן, וואָס האָבן זיך אויסגעאַרבעט ביי אונז אין דעם גאַנצן משך פון אַלע ביזאַהעריקע מענטשלעכע דערפאַרונגען אין דעם טאָג־טעגלעכן לעבן און זענען שאַרף און קלאָר פאָרמולירט געוואָרן פון דעם וויסנשאַפטלעכן דענקען. אויף יענע באַגריפן אונזערע וועגן רוים און צייט איז אויך אויפגעבויט געוועזן די גאַנצע מעכאַניש־פיזיקאַלישע וויסנשאַפט, וועלכע אַ סך דענקער און פאָרשער האָבן אָוועקגעלייגט ווי אַ יסוד פאַר דעם וויסנשאַפטלעכן דענקען בכלל: פאַר דער ביאָלאָגיע און אפילו פאַר דער פסיכאָלאָגיע; ממילא אויך פאַר דער קולטור־געשיכטע און אַלע צווייגן פון דעם מענטשלעכן דענקען און פאָרשן.

איינשטיינס רעוואָלוציע איז דעריבער אַ ראַדיקאַלע, אַזאַ, וואָס גרייפט אָן די וואָרצלען פונם מענטשלעכן דענקען, — וואָס טראָגט אַריין אַן איבערקערעניש אין די פונדאַמענטן פון דעם מענטשלעכן געדאַנק: סיי פון יענעם געדאַנק, וואָס איז געגאַנגען מיט דעם „שכל הישר” פון דער טאָג־טעגלעכער דערפאַרונג, סיי פון יענעם געדאַנק, וואָס האָט זיך געלאָזט פירן פון די שאַרפע און פינקטלעכע וויסנשאַפטלעכע חקירות.

לאָמיר זען, אין וואָס עס באַשטייט דידאָזיקע גייסטיקע רעוואָלוציע.

דער ערשטער, וואָס האָט געזוכט צו געפינען די קלאָרסטע און איינפאַכסטע פאָרמול פאַר רוים און צייט, איז געווען ניוטאָן. ער האָט אויפגעוויזן, אַז אין דעם טאָג-טעג-לעכן געברויך פון אָט די באַגריפן האָבן זיך אַריינגעגנבעט „געוויסע פאָראורטיילן”, פון וועלכע די וויסנשאַפט מוז פטור ווערן, כדי אַרויסצוגעפינען די נאַטור-געזעצן אין זייער גאַנצער קלאָרקייט.

צוליב אָט דעם צוועק שלאָגט ער פאָר, מען זאָל די באַ-גריפן: „רוים”, „צייט”, „אָרט” און „באַוועגונג” איינטיילן אין „אַבסאָלוטע און רעלאַטיווע, אמתע און שיינבאַרע, מאַטעמאַ-טישע און געוויינלעכע”.

איך וויל דאָ ברענגען אַפּאָר ציטאַטן אין ניוטאָנס אייגענע ווערטער, וואָס מאַכן קלאָר זיין געדאַנק.

„די אַבסאָלוטע, אמתע און מאַטעמאַטישע צייט”, זאָגט ניוטאָן, „פליסט פון זיך גופא און לויט איר אייגענער טבע, איינפאָרמיק, אָן אַ ברעקל שייכות צו וואָס-עס-איז דרויסנדיקס. זי הייסט אויך דויער”.

„די רעלאַטיווע, שיינבאַרע און געוויינלעכע צייט איז אַ וועלכע-עס-איז שפּירבאַרע און דרויסנדיקע מאָס פון דער אַבּ-סאָלוטער צייט, — אָפּגעשאַצט דורך באַוועגונגען פון קערפּערס... זי ווערט געוויינלעך אָנגעווענדט אָנשטאָט דער אמתער צייט: ווי צ. ב. אַ שעה, אַ טאָג, אַ חודש, אַ יאָר”...

„עס ווערט אָנגענומען, אַז די נאַטירלעכע טעג, מיט וועלכע מען מעסט געוויינלעך די צייט, זענען גלייך לאַנג. אין דער ווירקלעכקייט זענען זיי נישט גלייך. די אַסטראָנאָמען פאַר-ריכטן אָט די אומגלייכקייט, כדי זיי זאָלן קאָנען אויסמעסטן מיט אַן אמתערער צייט די הימלישע באַוועגונגען. עס קאָן זיין, אַז עס איז גאָר נישטאָ אַזאַ גלייכמאָסיקע באַוועגונג, וואָס מיט איר זאָל די צייט קאָנען פּינקטלעך אויסגעמאָסטן ווערן. יעדע באַוועגונג קאָן פאַרשנעלערט ווערן און פאַרלאַנגזאַמט ווערן, אָבער דער פלוס פון דער אַבסאָלוטער צייט קאָן נישט פאַר-ענדערט ווערן. די דויער, אָדער די אָנהאַלטנדיקע עקזיסטענץ פון

זאַכן, איז תמיד דיזעלביקע, אַלץ איינס, צי די באַוועגונגען זאָלן זיין שנעלע, לאַנגזאַמע אָדער גאָר קיינע".

ס'איז קלאָר, וואָס ניוטאָן וויל דערמיט זאָגן. אין דער ווירקלעכקייט איז דאָ נאָר די „אמתע" צייט, נישט די רעלאַטיווע. די רעלאַטיווע איז אַ דמיון, אַ שיינבאַרקייט. די אמתע צייט דאַרפן מיר זיך פאָרשטעלן אַ ליידיקע, אַ ריינע פון אַלע זאַכן און פּאַסירונגען, וועלכע מיר ווערן געוואָר מיט אונזערע חושים. זיי, די זאַכן און פּאַסירונגען, עקזיסטירן און קומען פאָר אין דער צייט, וואָס איז אַבסאָלוט גלייכגילטיק צו זיי. מיר קאָנען זיך פאָרשטעלן, אַז אַלע זאַכן, פּאַסירונגען און באַוועגונגען זאָלן לגמרי פאַרשווינדן. די „אמתע" צייט וועט פונדעסטוועגן בלייבן און זי וועט זיך פליסן אָן אַן איבעררייס איינפאָרמיק און איינמאָסיק: ד. ה. יעדער מאָמענט אירער וועט אין זיין דויער זיין גלייך יעדן אַנדערן מאָמענט אירן.

די צייט איז ווי אַ מין לאַנגער-לאַנגער ליידיקער טונעל, דורך וועלכן עס גייען דורך אַלע וועלט-פּאַסירונגען. אָדער נאָך בעסער: די אַבסאָלוטע צייט איז (אויב מען קאָן זיך דאָס משער זיין) אַ מין פליסנדיקע ליידיקייט, וואָס שטראָמט-דורך אַלע זאַכן און וועלט-פּאַסירונגען. אָט די פליסנדיקע ליידיקייט שטראָמט דורך אָן אַ ברעקל שייכות צו די רעאַלע פּאַסירונגען. נישט זי רירט זיי אָן, נישט זי ווערט אָנגערירט און פאַרענדערט דורך זיי.

ניוטאָנס באַגריף פון דער אַבסאָלוטער צייט, ווי פון אַ גלייכמאָסיק פליסנדיקער פּאַסיווער ליידיקייט, איז נישט אויסגעטראַכט געוואָרן פון ניוטאָנען. יעדער מענטש, וואָס האָט געטראַכט וועגן דעם מהות פון דער צייט „אין זיך גופא", האָט געמוזט זיך אָנשטויסן אָן דערזעלביקער פאָרשטעלונג פון אַ גלייכמאָסיק פליסנדיקער פּאַסיווער ליידיקייט. און עס איז דעריבער קיין חדוש נישט, וואָס זי איז געוואָרן איינס פון די שווערסטע פּראָבלעמען אין דער פילאָזאָפיע. וואָס איז אַזוינס אָט די ווידערשפּרוכפולע בריאה, וואָס איז אַ גאָרנישט (אַ פּאַסיווע ליידיקייט) און וואָס פונדעסטוועגן פליסט זי — די שאלה האָט געפּייניקט די פילאָזאָפישע מוחות שוין

פון לאַנג אָן. ס'איז באַקאַנט .דער טיפער און שאַרפזיניקער ענטפער, וועלכן דער הייליקער אויגוסטין האָט געגעבן אויף אָט דער שאלה. „ווען מען פרעגט מיך נ י ש ט, וואָס איז אַזוינס צייט, ווייס איך, וואָס דאָס איז. אָבער ווען מען פרעגט מיך יאָ, ווייס איך נ י ש ט".

אין אויגוסטינס ענטפער ליגט שוין איינגעשלאָסן די נפקא מינה פון די צוויי אַרטן צייט, וואָס וועגן זיי רעדט ניוטאָן. אין דער ווירקלעכקייט און אין דעם טאָג-טעגלעכן לעבן שפירן מיר קיינמאָל נישט יענע „ריינע" אַבסאָלוטע צייט, זי איז פאַר אונז. אַלעמאָל אָנגעפילט מיט זאַכן און פּאַסירונגען. אפילו ווען מיר פאַרמאַכן די אויגן און פרוּוון אַרויסטרייבן פון אונזערע חושים אַלץ, מיט וואָס זיי פילן אָן די צייט, שפירן מיר אויך דעמאָלט געוויסע פּאַסירונגען, וועלכע קומען פאָר אין אונזער קערפּער: דאָס ריטמישע קלאַפּן פון אונזער האַרץ, די ריטמישע הויבונגען און פאַלונגען פון אונזער ברוסט ביי דעם אָטעמען, ד. ה. פראָצעסן, וואָס שפילן זיך אָפּ איינס נאָכן אַנדערן, וואָס זענען באַפאַרבט מיט צייטלעכקייט.

איז — ווען מיר פרעגן נ י ש ט, וואָס אַזוינס די צייט איז, ווייסן מיר, וואָס זי איז. די צייט איז, פּשאָט-פּאָשעט, „די צייט". דאָס איז די לענגערע אָדער קירצערע דויער פון געוויסע וועלט-פּאַסירונגען, וואָס מיר נעמען אויף מיט אונזע-רע אינעווייניקסטע אָדער דרויסנדיקע חושים: דורך זען, טאַפּן, שמעקן, הערן, פילן.

טראַכטן מיר אָבער וועגן דעם מהות פון דער צייט, דעמאָלט באַמערקן מיר, אַז זי קאָן א י ן ג ע ד אַ נ ק אָפּגעשיידט ווערן פון אַלע פּאַסירונגען, וואָס קומען אין איר פאָר. דעמאָלט טראַכטן מיר אַוועק פון איר אַלץ, וואָס פילט זי אָן אין דער ווירקלעכקייט. מיר ליידיקן זי אויס אין געדאַנק. בלייבט פאַר אונז אין געדאַנק אַ פּ ל י ס נ ד י ק ע ל יי ד י-ק יי ט. מיר ווערן אַוועקגעשטעלט פנים לפנים מיט אַזאַ מין משונהדיקער זאַך, ווי די עקזיסטענץ (און נאָך אַן א יי ב י-ק ע עקזיסטענץ!) פון אַ פּליסנדיקן גאָרנישט — און ווערן מטושטש-

ניוטאָן זוכט דאָ נישט אויס פון פינגער אַ נייע חקירה וועגן דער צייט. ער פילאָזאָפירט נישט וועגן דער מעגלעכקייט און דעם מהות פון אַ גלייכמאָסיק-פליסנדיקן גאָרנישט. ער נעמט אים אויף, ווי אַ פאַקט פון דער רעאַלער וועלט, און פאַרלאַנגט, אַז ער, אָט דער פליסנדיקער גאָרנישט, וואָס איז אָפּגערייניקט פון אַלע חושים, אָט דער גענדאַנקען-פּראָדוקט פונם מענטשלעכן שכל, זאָל אַוועקגעלייגט ווערן ווי אַ יסוד פון דעם וויסנשאַפטלעכן דענקען און פאָרשן. און די גאַנצע וויסנשאַפט איז — ביז גאָר אין דער לעצטער צייט — געגאַנגען אין ניוטאָנס וועגן.

אויף דעמזעלביקן אופן, ד. ה., מיט דערזעלביקער מעטאָדע פון דעם מענטשלעכן אַבסטראַקטן דענקען, פאַראַבסאָלוטירט ניוטאָן אויך דעם באַגריף פון דעם רוים. „דער אַבסאָלוטער רוים", זאָגט ער, „בלייבט אין זיין אייגענער טבע, און אָן אַ שייכות צו וואָס עס איז דרויסנדיקס, תמיד גלייך צו זיך אַליין און איז אומבאַוועגלעך. דער רעלאַטיווער רוים איז אַ וואָסער-עס-איז באַוועגלעכע אויסמעסטונג אָדער מאָס פון דעם אַבסאָלוטן רוים".

אויך אָט די לערע נויטיקט זיך נישט אין אַ סך פירושים. אויף איר גרונט ליגט די פאָרשטעלונג פון אַן אַבסאָלוט ליידיקן וועלט-חלל, וואָס איז אויסגעשפּרייט אין אַלע ריכטונגען און זייטן. אַלע זאַכן און פּאַסירונגען עקזיסטירן און קומען פאָר אין אים. ער אַליין אָבער בלייבט גלייכגילטיק און פּאַסיוו צו אַלע זאַכן און פּאַסירונגען. נישט ער ווערט פאַרענדערט דורך זיי, נישט זיי ווערן פאַרענדערט דורך אים. און צו אַזאַ פאָרשטעלונג וועגן דעם ליידיקן פּאַסיוון רוים קומט דער מענטשלעכער שכל אויף דעמזעלביקן וועג, אויף וועלכן ער קומט צו דער פליסנדיקער ליידיקייט פון דער צייט. ווען מיר שטעלן זיך פאָר אַ געוויסן טייל פון דעם רוים, וואָס איז פאַר אונז אָנגעפילט מיט די שפּירונגען פון אונזערע חושים — דער עיקר: זע-שפּירונגען און טאַפּ-שפּירונגען, — קאָנען מיר אין גענדאַנק אויסליידיקן יענעם טייל

רוים פון אַלץ, וואָס פילט אים אָן, און בלייבן וועט די פאָרשטעלונג פון אַ ליידיקער אויסגעשפּרייטקייט, פון אַן אויסגעשפּרייטן גאָרנישט. איך זאָג: „אין געדאַנק", ווייל בחוש קאָנען מיר דאָס קיינמאָל נישט דורכפירן. אַפילו ווען מיר פאַרמאַכן אונזערע אויגן, קאָנען מיר נישט זען און נישט שפירן קיין אַבסאָלוט-ליידיקן רוים. פאַר די אויגן זעען מיר אַ טונקעלן, אויסגעשפּרייטן שטח, אָפטמאָל באַשפּרענקלט מיט פאַרשיידענע זיך בייטנדיקע פאַרבן פון פאַרשיידענער העלקייט. אין דערזעלביקער צייט שפירן מיר דורך טאַפּ-שפּירונגען די פאַרשיידענע שטעלן פון אונזער קערפּער. מיר ווערן געוואָר פאַקטיש, אַז יענע טאַפּ-שפּירונגען (לאָמיר זאָגן: פון פוס, קאָפּ און רוקן, אויב מיר ליגן שטיל) זענען פאַר אונז איינגעאָרדנט אין דעם רוים, ד׳ ה׳ זיי „ליגן" איינע לעבן דער אַנדערער, פונקט ווי אַנדערע שפּירונגען פון דעם האַרץ-שלאָג און דעם אָטעמען זענען פאַר אונז איינגעאָרדנט אין דער צייט, — ד. ה. זיי „לויפן" איינע נאָך דער אַנדערער. די טאַפּ-שפּירונגען זענען באַפאַרבט מיט רוימלעכקייט, ווי דער פּולס-שלאָג איז באַפאַרבט מיט צייטלעכקייט.

דאָס וויל זאָגן, אַז אין דער רעאַלער דערפאַרונג האָבן מיר קיינמאָל נישט געהאַט קיין ליידיקן רוים, ווי מיר האָבן קיינמאָל נישט געהאַט קיין ליידיקע צייט. דער ליידיקער רוים איז אַ געדאַנקען-פּראָדוקט, וואָס באַקומט זיך, ווען מיר טראַכטן אַוועק פון אים אַלץ, וואָס פילט אים אָן. דעמאָלט ווערט ער, ממילא, אַ ליידיקער חלל, ווידער אַ העכסט-משונהדיקע באַשאַף, וואָס באַשטייט פון אַן אויסגעשפּרייטן גאָרנישט און וואָס מאַכט מטושטש דעם פילאָזאָפישן געדאַנק*).

---

*) אין אַן אַנדער אָרט האָב איך מיך געמיט צו באַווייזן, אַז אַלע אייגנשאַפטן פון דעם וועלט-רוים, וועלכע דער שכל מוז אין אים געפינען, אויך זיין אומענדלעכקייט, וואַקסן על פּי נויטווענדיקייט אַרויס פון דער גרונט־

לויט ניוטאָנען מוזן די מעכאַניק און פיזיק זיין געבויט אויף דעם באַגריף פון אַזאַ אַבסאָלוט-ליידיקן וועלטן-רוים, וואָס איז דער „אמתער" רוים.

די צוויי אַנדערע גרונט-באַגריפן פון דער מעכאַנישער פיזיק — דער „אָרט" פון אַ פיזיקאַלישער דערשיינונג און די „באַוועגונג", — ווערן לאָגיש אַרויסגעבראַכט פון זיין גרונט-פאָרשטעלונג וועגן דער „אמתער" צייט און דעם „אמתן" רוים. דער אמתער „אָרט" פון אַ פיזיקאַלישער דערשיינונג איז נישט איר לאַגע צווישן אַנדערע פיזיקאַלישע דערשיינונגען, וועלכע מיר נעמען אויף מיט אונזערע חושים, נאָר יענער טייל פון דעם אַבסאָלוט-ליידיקן וועלטן-רוים, וועלכן זי פאַרנעמט. און די „אמתע", „אַבסאָלוטע" באַוועגונג איז „דאָס אַריבערטראָגן זיך פון אַ קערפּער פון איין אַבסאָלוטן אָרט אין אַן אַנדערן *).

טראַכטן מיר זיך אַריין אין די נאָר-וואָס כאַראַקטעריזירטע באַגריפן פון דעם אַבסאָלוטן רוים און דער אַבסאָלוטער צייט, זעען מיר, אַז זיי ביידע, רוים און צייט, זענען לויט זייער איינעווייניקסטן תּוך לגמרי אומאָפּהענגיק איינס פון דעם אַנדערן.

זיי זענען אויך אַבסאָלוט-זעלבשטענדיק איינס לגבי דעם אַנדערן. מיר קאָנען זיך פאָרשטעלן, אַז דער גאַנ-

---

אייגנשאַפט זיינער, וואָס ער איז „אַבסאָלוט ליידיק". זע מיין פאָרלעזונג: „דער נאַטור-פילאָזאָפישער מאַטעריאַליזם" אין דעם צווייטן באַנד פון מיינע געז. שריפטן, ז. 16 ביז 24.

*) די ניוטאָנשע ציטאַטן האָבן מיר אַרויסגענומען פון ערנסט מאַכס „קריטישע געשיכטע דער מעכאַניק". זע דאָס קאַפּיטל: „ניוטאָנס אַנשויאונגען וועגן צייט, רוים און באַוועגונג, ווי דער לייענער וועט געפינען דאָרט זייער וויכטיקע-טיפע און שאַרפע קריטישע באַמערקונגען אויף יענע אַנשויאונגען.

צער וועלטן-רוים מיט אַלץ, וואָס פילט אים אָן, זאָל פאַרשווינדן, וועט דאָס נישט האָבן קיין ברעקל שייכות צו דער צייט און קיין ברעקל ווירקונג אויף איר. איר מאַיעסטעטישע ליידיקייט וועט נישט אויפהערן צו פליסן.

אַ ביסל אַנדערש איז דאָס מיט דער שייכות פון דעם רוים לגבי דער צייט. אויב מיר זאָלן זיך פאָרשטעלן, אַז עס פאַרשווינדט די צייט (נישטאָ מער! אויסגערונען!), דעמאָלט מוז אויך דער וועלט-חלל פאַרשווינדן, ווייל אַן אויסגעשפּרייטקייט קאָן עקזיסטירן נאָר אין דער צייט. אָבער די צייט שפּילט דאָ די ראָלע נאָר פון אַ ב אַ ד י נ ג פאַר דעם רוימס עקזיס־טענץ, נישט פון אַן איינגנשאַפט, וואָס געהערט צו דעם רוימס מהות.

אויב דער רבונו-של-עולם וועט באַשליסן חרוב צו מאַכן די וועלט, דאַרף ער נאָר צוריקרופן צו זיך די צייט, וועט שוין ממילא אַלץ פאַרשווינדן, מיט וואָס זי איז געווען אָנגע־פילט: אויך דער רוים. אָבער דער רוים קאָן נאָך פּראָטעס־טירן אַנטקעגן דעם. ער קאָן נאָך אויפבליצן אין אַ צו-להכעיס אויף אַ הרף עין. ער וועט געוויס פאַרשווינדן, ווייל אים וועט תיכּף פאַרכאַפּן דער אָטעם. אָבער אין דעם מאָמענט פון זיין אויפבליץ וועט ער זיין „רוים״, אויסגעשפּרייטע ליי־דיקייט.

דאָס וויל זאָגן, אַז ווען מיר אַנאַליזירן דעם אינהאַלט פון ר ו י מ ל ע כ ק י י ט אין זיך גופא (נישט פון רוימלעכער ע ק ז י ס ט ע נ ץ), — אַלץ איינס צי דידאָזיקע רוימלעכקייט עקזיסטירט אין דער ווירקלעכקייט, אָדער זי איז נאָר אַ דמיון אין אונז, — ווי די דריטע דימענזיע, וואָס מיר זעען אין אַ שפּיגל, — געפינען מיר, אַז די רוימלעכקייט איז נאָר אַן א ו י ס ג ע ש פּ ר י י ט ק י י ט, אַ „זיין״ איינס ל ע ב ן דעם אַנדערן. אין איר מהות גייט נישט אַריין קיין ברעקל צ י י ט ל ע כ ק י י ט, קיין פּאַסירן איינס נ אָ ך דעם אַנדערן.

בקיצור אויסגעדריקט, איז די ניוטאָנשע לערע פון רוים.

און צייט, וואָס האָט באַהערשט ביז נישט לאַנג די גאַנצע וויסנשאַפטלעכע פאָרשונג, אַזאַ: רוים איז אַ מין רוענדיקע ליידיקייט, אין וועלכער עס געפינט זיך די וועלט-מאַטעריע; צייט איז אַ מין פליסנדיקע ליידיקייט, אין וועלכער עס שפּילן זיך אָפּ אַלע וועלט-פּראָצעסן. ביידע זענען אַבסאָלוט. די מ אָ ס - א יי נ ה ײ ט ן פון רוים און צייט זענען אומפאַראַנדערלעך. אַ מעטער די לענג איז אַלע מאָל און אומעטום אַ מעטער די לענג אין דעם אַבסאָלוטן רוים. אַ סעקונדע צייט איז אַלע מאָל און אומעטום אַ סעקונדע צייט. לויט זייער אינעווייניקסטן מהות, האָבן רוים און צייט קיין ברעקל שייכות נישט איינס צו דעם אַנדערן.

אַנטקעגן אָט די פונדאַמענטאַלסטע פּרינציפּן פון דעם מענטשלעכן שכל הישר און דעם פּינקטלעך-שאַרפן וויסנשאַפטלעכן דענקען שטעלט איינשטיין אַוועק זיין טעאָריע, וואָס לייקנט אָפּ אַלע יענע גרונט-פּרינציפּן.

אין קורצע ווערטער הייסט זי ביי אים אַזוי: „די מעטרישע אייגנשאַפטן פון דעם רוים-צייט-קאָנטינואום זענען פאַרשיידן אין דער סביבה פון די איינצלנע רוים-צייט-פּונקטן און ווערן מיטבאַדינגט דורך דער מאַטעריע, וואָס געפינט זיך דרויסן פון דעם באַטראַכטן פעלד. אָט די רוים-צייטלעכע פאַראַנדערלעכקייט פון באַציאונגען, וואָס עקזיסטירן צווישן מאָס-שטאַבן און זייגערס, ווי אויך די דערקענטעניש, אַז דער „ליידיקער רוים" איז אין פיזיקאַלישער באַציאונג אי נישט האָמאָגען אי נישט איזאָטראָפּ... מאַכט אַ סוף צו דער אויפפאַסונג, אַז דער רוים איז פיזיקאַליש ליידיק" *).

פאַרשטיין איינשטיינס רוים-און-צייט-טעאָריע הייסט, ערשטנס, פאַרשטיין, וואָס ער וויל זאָגן מיט די נאָר-וואָס ציטירטע שורות, און צווייטנס, קלאָר איינזען יענע טעמים, וואָס האָבן אים געפירט צו זיין שטאַנדפּונקט.

---

*) זע: אַלבערט איינשטיין, עטער און רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע, בערלין, 1920, ז. 12.

לאָמיר פרוּוון פאַרשטיין דעם פשוטן פשט פון איינ־שטיינס רייד.

דער קלאָרסטער געדאַנק, וואָס לייכט אונז אַנטקעגן פון זיין „משנה״, באַשטייט אין דעם, אַז עס איז נישטאָ קיין פ י ז י ק א ל י ש ־ליידיקער רוים. פונקט אַזוי ווי אַלע אייגנ־שאַפטן פון דעם ניוטאָנשן רוים קומען לאָגיש אַרויס דערפון, וואָס עס ווערט אָנגענומען, אַז ער איז אַבסאָלוט־ליידיק און פּאַסיוו, ד. ה. אַז אַלע זאַכן זענען אין אים ווי אין אַ ליי־דיקער כּלי און אַז ער אַליין האָט נישט קיין פיזיקאַלישע אייגנשאַפטן און קאָן דעריבער נישט ווי ר ק ן אויף די זאַכן וואָס זענען אין אים, אַזוי קומען לאָגיש אַרויס אַ סך אייגנ־שאַפטן פון דעם איינשטיינשן רוים שוין פון דעם אַליין, וואָס עס ווערט אָפּגעלייקנט זיין ליידיקייט און זיין פּאַסיווי־טעט: דער רוים איז תּמיד אָנגעפילט, האָט נאָך אַנדערע אייגנשאַפטן, אַ חוץ דער ריינער אויסגעשפּרייטקייט, און איז נישט פּאַסיוו, נאָר אַקטיוו, ד. ה. זיינע פיזיקאַלישע אייגנ־שאַפטן ווי ר ק ן, פלעכטן זיך אַריין אין דעם פּראָצעס פון דעם וועלט־געשעען, און שפּילן אין זיי אַ מיט־באַשטימענדיק ראָלע.

אָט די צוויי פונדאַמענטאַלע אייגנשאַפטן פון דער נייער רוים־פאָרשטעלונג, — די אָנגעפילטקייט און די אַקטיוויטעט, — דאַרפן נאָך אַביסל מער דערקלערט ווערן.

אַז דער „ליידיקער״ רוים איז תּמיד אָנגעפילט, איז אַ געדאַנק, וואָס קאָן האָבן זיין פּלאַץ אויך אין דער אַלטער אויפפאַסונג. אַ ליידיקע כּלי האָט אַלעמאָל די אייגנשאַפט צו קאָנען ווערן אָנגעפילט. און די אַלטע לערע, אַז עס איז נישטאָ קיין ליידיקער רוים, — ווי צ. ב. די, וועלכע ד ע ק אַ ר ט האָט אַרויסגעבראַכט, — האָט באַהויפּטעט, אַז יענע „ליידיקע״ כּלי איז אין דער ווירקלעכקייט תּמיד אַן אָנגעפילטע. שטעלט זיך פאָר אַ מילשטיין, וואָס דרייט זיך אַרום זיין אייגענער אַקס. דאָס „אָרט״, וועלכעס דער מיל־שטיין פאַרנעמט, איז אין זיך גופא אַ „ליידיקס״. עס איז אָבער פאַקטיש אָנגעפילט מיט דעם מילשטיין.

אַזוי אַן ערך האָט זיך דעקאַרט פאָרגעשטעלט די באַוועגונג פון דער מאַטעריע אין דעם אָנגעפילטן רוים. זי בייט אַלע ווײַלע איר אָרט, ווי אין אַ ליידיקער כּלי, קיינמאָל נישט איבערלאָזנדיק אין איר קיין איין פּיצעלע ליידיקן פּלאַץ. די מאַטעריע איז דאָ אין דעם רוים.

גאַנץ אַנדערש דאַרף פאַרשטאַנען ווערן די אָנגעפילטקייט פון דעם רוים אין איינשטיינס טעאָריע. דער רוים איז אויסגעשפּרייטקייט און נאָך עפּעס דערצו. דאָס איז אַ סכום פון געוויסע פיזיקאַלישע אייגנשאַפטן, וואָס קאָנען אויסגעמאָסטן ווערן. און אָט דער סכום פון באַשטימטע אייגנשאַפטן, וועלכן מיר רופן „רוים”, איז נישט אין זיך גופא. ווי יעדע פיזיקאַלישע אייגנשאַפט קאָן ער נישט אָפּגעטיילט ווערן פון דער מאַטעריע, פון דער „זאַך”, אין וועלכער ער טרעט אַרויס.

הייסט עס: בעת פריער האָט מען געגלויבט, אַז די זאַכן און די פּראָצעסן קומען פאָר אין דעם וועלטן-רוים, קערט איינשטיין איבער דעם ענין און זאָגט: דער סכום פון יענע אייגנשאַפטן, וועלכע מיר רופן „רוים”, קומט פאָר אין די זאַכן און פּראָצעסן, אַקוראַט אַזוי ווי אַלע אַנדערע אייגנשאַפטן זייערע.

דער פּונקט איז אַזוי וויכטיק פאַר איינשטיינס טעאָריע, אַז איך מוז דאָ באַריכטן וועגן דעם באַווייז, אויף וועלכן איך שטיץ מיין באַהויפּטונג.

איך האָב אויסגענוצט די פּערזענלעכע ליבענסווירדיקייט פון פּראָפעסאָר איינשטיין, כּדי צו שטעלן אים איייניקע פראַגן, וואָס זאָלן קלאָרער מאַכן אַ פּאָר פּונקטן, אין וועלכע איך בין געווען נישט אַזוי זיכער. איינע פון יענע פראַגן האָט געלויטעט אַזוי: איז עס ריכטיק צו זאָגן אין דעם זין פון דער רעלאַטיוויטעטס-לערע, אַז נישט די זאַכן און די פּאַסירונגען זענען אין דעם רוים און אין דער צייט, נאָר אַז די רוימלעכקייט און די צייטלעכקייט זענען אין די זאַכן און

אין די פּאַסירונגען?" דער ענטפער איז געװען: „אַבסאָלוט ריכטיק".

פון אָט דעם געדאַנק פליסט ממילא אַרויס דער אַנדער געדאַנק, אַז „רוים" און מאַטעריע זענען תמיד צונויפגעבונדן אינאיינעם און קאָנען איינס אָן דעם אַנדערן נישט עקזיסטירן. פאַרשווינדט די מאַטעריע, פאַרשווינדט אויך דער רוים (מיר לאָזן נאָך דערווייל אַרויס די „צייט" פון דער באַטראַכטונג). אויך דאָס איז זייער אַ וויכטיקער געדאַנק. אויב ס'איז אַזוי, איז דעמאָלט ווערן אַ סך אַנדערע פראַגן, וואָס האָבן צו טאָן מיט דעם רוים, אַוועקגעשטעלט אין אַ גאַנץ אַנדער באַלויכטונג.

נעמט, צ. ב., די פראַגע וועגן דער אומענדלעכקייט פון דעם רוים, אויף וועלכער אַזויפיל פילאָזאָפישע מוחות האָבן זיך אַזויפיל געמאַטערט. איך האָב אין אַן אַנדער אָרט (אין די פריער-ציטירטע פאָרלעזונגען „איבער דעם נאַטור-פילאָזאָפישן מאַטעריאַליזם") מיך געמיט צו באַווייזן, אַז דער געדאַנק פון אַן אומענדלעכן רוים שטאַמט פון דעם געדאַנק, וואָס ער קאָן נישט פאַרטיליקט ווערן, „ווייל ווי נאָר איך גיב צו, אַז עס איז דאָ ערגעץ-ווו אַ גרענעץ פאַר אים, מוז איך דע-מאָלט צוגעבן, אַז פון יענער זייט גרענעץ איז ער נישטאָ, אַז דאָרטן איז ער אַ פאַרטיליקטער: דער רוים איז אָבער אומפאַר-טיליקבאַר". און די אומפאַרטיליקבאַרקייט פון דעם רוים שטייט ווידער אין אַן ענגער שיכות צו דעם, וואָס ער ווערט געטראַכט ווי אַ נויטווענדיקע פאָרשטעלונג, פון וועלכער אונזער אָנ-שויאונג קאָן זיך נישט אָפּזאָגן. „טראַכט איך וועגן דער וועלט דרויסן פון מיר, קאָן איך אין מיין פאָרשטעלונג מאַכן פאַר-שווינדן אַלץ, וואָס פילט אָן דעם רוים, איך קאָן אָבער נישט מאַכן פאַרשווינדן דעם רוים גופא", ד. ה. די פאָרשטעלונג פון דער אויסגעשפרייטער ליידיקייט.

נעם איך אָבער אָן, אַז דער רוים איז צונויפגעבונדן אינ-איינעם מיט דער מאַטעריע, מיט דער „אָנגעפילטקייט", אַז אָן איר קאָן ער נישט עקזיסטירן, און גיב איך צו, אַז מאַטעריע קאָן פאַרשווינדן, דעמאָלט מוז מען אויך צוגעבן, אַז דער רוים

איז „פּאַרטיליקבאַר" אינאיינעם מיט איר; דעמאָלט איז די פאָרשטעלונג פון אַן אומענדלעכן רוים שוין נישט קיין אַבסאָלוט-ניטווענדיקע. די פראַגע, צי דער וועלטן-רוים איז ענדלעך אָדער אומענדלעך קאָן שוין נישט פאַרענטפערט ווערן לכתחילה, „אַ פּריאָרי", האָבנדיק אין זין נאָר די אייביקע אומפאַרענדערלעכע טבע פון דעם רוים. די פראַגע הענגט דעמאָלט אָפּ פון דעם, צי מיר דאַרפן אָננעמען, אַז דער סכום פון דער מאַטעריע אין דער וועלט איז אַ באַגרענעצטער אָדער נישט קיין באַגרענעצטער. און דאָס — פאַרזיכערט איינשטיין — קאָן אויסגעפאָרשט ווערן אויף אַ ריין-מאַטעמאַטישן אופן, ווען מ'ברענגט זי — די פראַגע — אַריין אין אַ געוויסן צוזאַמענהאַנג מיט יענע נאַטור-געזעצן, וועלכע מיר שטודירן אין דער מעכאַניק און דער פיזיק. ווייטער שאַפן מיר אָפּ די ליידיקייט פון דעם רוים, און באַנעמען מיר אים, ווי אַ פיזיקאַלישע אייגנשאַפט, וואָס עקזיסטירט אין דער מאַטעריע, פאַרשווינדט דעמאָלט אויך זיין פּאַסיווער כאַראַקטער. פּרינציפּיעל מוז די „רוימלעכקייט" באַהאַנדלט ווערן, ווי יעדע אַנדערע פיזיקאַלישע אייגנשאַפט, ווי שווערקייט, וואַרעמקייט, עלעקטריציטעט, מאַגנעטיזם. זיי אַלע ווירקן אינאיינעם און איינס אויף דאָס אַנדערע. איז אויך דער רוים אַ פיזיקאַלישע אייגנשאַפט, דעמאָלט מוזן געוויסע פיזיקאַלישע צושטאַנדן פון דער מאַטעריע ווירקן אויף איר רוימלעכקייט, און צוריק — אַ געוויסער צושטאַנד פון איר רוימלעכקייט מוז קאָנען ווירקן אויף די אַנדערע צושטאַנדן אירע.

דאָס אייגענע מוזן מיר אויך זאָגן וועגן דער צייט.

ביז אַהער האָבן מיר אַלץ גערעדט וועגן דעם רוים און גאָרנישט באַרירט די צייט, אַקוראַט ווי רוים און צייט וואָלטן אין איינשטיינס טעאָריע אויך געווען אַזוי גלייכגילטיק איינס צום אַנדערן און אָן אַ אינעווייניקסטער שייכות צווישן זיך, ווי אין ניוטאָנס לערע.

אָבער אין די אויבן-געבראַכטע שורות פון איינשטיינס בוך וועגן דעם עטער וואַרפט זיך אין די אויגן, אַז ער רעדט נישט באַזונדער וועגן רוים און צייט, נאָר אַז ער גיסט זיי צו-

נויף אינאיינעם אין איין באַגריף: „רוים-צייט". אין די פריערדיקע צייטן וואָלט מען גערעדט וועגן אַ רוים-פּונקט און אַ צייט-מאָמענט: וועגן אַ רוים-קאָנטינואום (די נישט איבערגעריסענע אויסגעשפּרייטקייט) און אַ צייט-קאָנטינואום (די נישט איבערגעריסענע דויער), און מען וואָלט פאַר יעדן פון די צוויי קאָנטינואומס געפירט אַ באַזונדערן חשבון, ווייל לויט דער אַלטער אויפפאַסונג פון דעם אַבסאָלוטן רוים און דער אַבסאָלוטער צייט, האָבן זיי ביידע קיין ברעקל מגע-ומשא נישט איינס מיט דעם אַנדערן.

איינשטיין רעדט וועגן אַ „רוים-צייט-פּונקט" און אַ „רוים-צייט-קאָנטינואום", אַקוראַט ווי רוים און צייט וואָלטן לפּחות אין אַ געוויסן זין — געווען איין-און-דיזעלביקע זאַך.

און דאָס איז טאַקע דער זין פון דער רעלאַטיוויטעטס-לערע, וואָס זי שאַפט אָפּ די זעלבשטענדיקייט פון רוים און צייט, זייער אומאָפּהענגיקייט איינס פון דעם אַנדערן.

אויב איך מאַך נישט קיין טעות, איז מינקאָווסקי געווען דער ערשטער, וואָס האָט זיך אַוועקגעשטעלט אויף אַזאַ שטאַנדפּונקט. אינגאַנצן פאַרשטיין מינקאָווסקיס מאַטעמאַטיש-פיזיקאַלישע אויסרעכענונגען, קאָן נאָר יענער, וואָס איז אַ גוטער מאַטעמאַטיקער און וואָס איז גוט באַהאַוונט אין דער אַנטוויקלונג פון דער מאָדערנער פיזיקאַלישער וויסנשאַפט. מיר, פּשוטע בשר ודמס, וואָס דאָס רוב זענען מיר געבליבן שטעקן אין דער פיזיק פון דער צייט, וואָס פאַר מאַקסוועלס און לאָרענצעס עפּאָכע-מאַכנדיקע אונטערזוכונגען, — מיר קאָנען נאָר אויפנעמען מינקאָווסקיס אַלגעמיין-לאָגישן געדאַנקענגאַנג, אין דעם בטחון, אַז וואָס איז שייך חשבון און פיזיק קאָן מען זיך פאַרלאָזן אויף זיינע, מינקאָווסקיס, גרונט-באַהויפּטונגען.

זיין געדאַנקענגאַנג איז אין די אַלגעמיינסטע שטריכן אַזאַ: די הויפּט-עובדא פון דער פּינקטלעכער פיזיקאַלישער וויסנשאַפט זענען די מעסטונגען. מיר שטודירן די פיזיקאַלישע דערשיינונגען, וואָס שפּילן זיך אָפּ אין רוים און אין צייט. מיר מעסטן זייער פאַרנעם אין דעם רוים און זייער דויער אין דער

צייט. ווען מיר שטודירן, צ. ב., די באַוועגונג פון דער לבנה
אַרום דער ערד, מעסטן מיר אויס די ערד, מיר מעסטן אויס
די לבנה, זייער מהלך איינס פון דעם אַנדערן, דעם וועג, וועלכן
די לבנה מאַכט אַרום דער ערד, און באַשטימען די פאָרם, דעם
וועג-אויסבויג פון יענער באַוועגונג. אין אָט די אַלע מעסטונגען
זוכן מיר צו באַשטימען דעם רוימלעכן אָרט פון דער דערשיינונג.
און דער אָרט אירער ווערט באַשטימט, ווען מיר געפינען אויס,
וועלכן פלאַץ זי פאַרנעמט אין דער לענג, אין דער ברייט און
אין דער טיף, ד. ה. אין די אַזוי אָנגערופענע דריי דימענ-
זיעס פון דעם רוים. אָבער דיזעלביקע דערשיינונג קומט דאָך
אויך פאָר אין דער צייט. די לבנה בייט איר לאַגע אין דעם
רוים מיט יעדן מאָמענט אין דער צייט. אָדער, צוריק גערעדט,
זי פאַרנעמט אַן אַנדער מאָמענט אין דער צייט, מיט יעדן אי-
בערבייט פון איר לאַגע אין דעם רוים. ביז אַהער האָט מען
די רוים-אויסמעסטונג געהאַלטן באַזונדער פון דער צייט-אויס-
מעסטונג. כדי צו באַשטימען די לאַגע פון אַ דערשיינונג אין
דעם רוים האָט מען אין דער מאַטעמאַטיק אָנגעווענדט דריי
„קאָאָרדינאַטן”: „איקס”, „איגרעק” און „זעט”, וואָס שטייען פאַר
לענג, ברייט און טיף. די צייט-אויסמעסטונג האָט מען געפירט
באַזונדער, דרויסן פון דידאָזיקע „קאָאָרדינאַטן”; אַזוי צו זאָגן,
אין אַ באַזונדער קאָנטאָ. אקוראַט, ווי זי, די צייט, וואָלט געווען
אַ באַזונדער „קליענט”. אָבער די צייט איז פונקט אַזאַ מחותּן
מיט דעם גאַנצן פּראָצעס, ווי דער רוים. אַ פיזיקאַלישע דערשיי-
נונג ווערט באַשטימט נישט נאָר, ווען מען געפינט אויס איר
אָרט און פאַרנעם אין דעם רוים און דעם בייט פון די ערטער
אין דער באַוועגונג, נאָר אויך ווען מען געפינט אויס איר אָרט
און פאַרנעם אין דער צייט. די באַוועגונג פון דער לבנה אַרום
דער ערד „פאַרנעמט” אַ חודש. יעדער אָרט אירער אַרום דער
ערד, איז באַשטימט דורך דער צייט, וועלכע לבנה און ערד
פאַרנעמען אין דעמדאָזיקן חודש. הייַנט פאַרוואָס זאָל מען פאַר-
רוים און צייט פירן צוויי באַזונדערע חשבונות? אַמער לאָמיר
לכתחילה צונויפגיסן דיביידע רעכענונגען אינאיינעם. לאָמיר

אַריינגעמען די צייט אין דעם חשבון פון די „קאָאָרדינאַטן״, און אָנשטאָט צו מעסטן די דערשיינונג אין ד ר יי ריכטונגען — לענג, ברייט און טיף, — לאָמיר זי מעסטן אין פ י ר ריכטונגען: לענג, ברייט, טיף און דויער. אָנשטאָט די דריי קאָאָרדינאַטן איקס, איגרעק, זעט, וועלן מיר מאַטעמאַטיש האָבן צו טאָן מיט פ י ר קאָאָרדינאַטן: איקס, איגרעק, זעט, ט ע (טעמפּוס—צייט) אָדער נאָך איינפאַכער, לאָמיר רופן די קאָאָרדינאַטן: „איקס — איינס״, „איקס — צוויי״, „איקס — דריי״ און „איקס — פיר״.

די צייט ווערט דאָ אויף אַזאַ אופן מאַטעמאַטיש באַהאַנדלט, ווי אַ פ ע ר ט ע דימענזיע פון דעם רוים.

מינקאָווסקי באַווייזט, אַז מאַטעמאַטיש לאָזט זיך דאָס זייער גוט דורכפירן. די הויפּט-שוועריקייט, וואָס דאָ שטייט אין וועג, איז דער פאַקט, וואָס ביי דעם רוים און דער צייט ווענדן מיר אָן פאַרשיידענע מאָסן: פאַר דעם רוים געברויכן מיר מיילן און מעטערס; פאַר דער צייט שעהן און סעקונדן. אָבער אויף דעם סמך פון דער מאָדערנער פיזיק, — דער עיקר דער לערע פון דער ליכט-אויסשפּרייטונג, — קאָן באַוויזן ווערן — און מינקאָווסקי באַווייזט דאָס — אַז „רוימלעכקייט״ און „צייטלעכקייט״ קאָנען שוין מער נישט באַהאַנדלט ווערן, ווי צוויי אַבסאָלוטע גרויסן, וואָס האָבן קיין שייכות נישט איינס צו דעם אַנדערן: זיי ווערן פאַר דעם פיזיקער פ ו ן א י י ן א ו ן ד ע ר ז ע ל ב י ק ע ר נ אַ ט ו ר. מינקאָווסקי אַרבעט דעריבער אויס דעם וועג, ווי אַזוי איין מאָס (די רוימלעכע) קאָן אויסגעדריקט ווערן אין די צאָלן פון דער אַנדערער (דער צייטלעכער). לויט זיין חשבון קומט אויס, אַז אַזוי פיל און אַזוי פיל קילאָמעטער רוים „ז ע נ ע ן ג ל י י ך״ צו אַזוי פיל און אַזוי פיל סעקונדן צייט. (איך האָב ליידער נישט אונטער דער האַנט די פּינקטלעכע פאָרמול: אָבער עס קומט אויס, אַז עפּעס אַ גוזמא מיילן „זענען גלייך״ צו אַ קליינינקן טייל פון אַ סעקונדע).

אָנשטאָט אַ דריי-דימענזיאָנאַלן רוים און אַ פון אים פאַרשיידענער איין-דעמינזיאָנאַלער צייט באַקומט זיך ביי מינקאָווסקין אַן איינהייטלעכע פיר-דימענזיאָנאַלע „וועלט״. יעדע פיזיקאַלישע דערשיינונג ווערט אויסגעמאָסטן, לויט די פיר קאָאָרדינאַטן, וואָס

באַשטימען איר „וועלט-פונקט". יעדער „וועלט-פונקט" איז נישט אַ רוענדיקע לאַגע, נאָר אַ פיזיקאַלישע פּאַסירונג. און איין „וועלט-פונקט" ליגט אַזוי נאָענט צו דעם אַנדערן „וועלט-פונקט", אַז אויך דאָ קאָנען מיר רעדן וועגן דער נישט-איבערגעריסנקייט פון דער וועלט, וועגן אַ וועלט-קאָנטינואום.

באַטראַכטן מיר איצטער נאָך אַמאָל די אַסטראָנאָמישע (פיזיקאַלישע) דערשיינונג פון דער לבנהס באַוועגונג אַרום דער ערד. פריער איז דאָס געווען אַ געוויסער געשעען אין דעם דריי-דימענזיאָנאַלן רוים. איר וועג, וועלכן זי האָט באַשריבן אַרום דער ערד (אַן עליפּס) איז, אייגנטלעך, אין קיין איינציקן צייט-מאָמענט נישט געווען אין דערווירקלעכקייט, ווי איין גאַנצעס, ווייל אין יעדן צייט-מאָמענט באַזונדער פלעגט רעאַליזירט ווערן נאָר איין שטיקל וועג. ווען מען וואָלט אָט פון דער וועלט-פּאַסירונג געקאָנט אַראָפּנעמען אַ מאָמענט-פאָטאָגראַפיע, וואָלטן מיר אויף דער פאָטאָגראַפיע נישט געהאַט קיין ברעקל אַנדייט אויף דעם עליפּס. מיר וואָלטן געהאַט אַן ערד און אַ לבנה, וואָס געפינען זיך אין אַ געוויסן מהלך איינס פון דעם אַנדערן. ערשט ווען מיר גיסן צונויף די רוימלעכקייט פון דער דערשיינונג מיט איר צייטלעכקייט, ערשט ווען מיר ווייסן, אַז זי, די דערשיינונג, איז „אַ חודש די לענג", האָבן מיר פאַר אונז דעם גאַנצן פּראָצעס, מיט דעם רעאַליזירטן עליפּס, און מיט אַלע זיינע אויסמעסטונגען אין אַלע פיר ריכטונגען.

און דאָס אייגענע איז אויך מיט יעדער פיזיקאַלישער דערשיינונג, וואָס רעאַליזירט זיך אין אַ וועלכער עס איז באַוועגונג (ווי צ. ב. דאָס פאַלן פון אַ שטיינדל צו דער ערד). פאַר דעם נאַטור-פאָרשער, וואָס וויל אויסגעפינען די געזעצן פון דער דערשיינונג, איז זי נישט קיין סומע פון איינצלנע אָפּגעהאַקטע צייט-מאָמענטן, ווו יעדער שפּעטערער מאָמענט פאַרשלינגט און פאַרטיליקט יעדן פריערדיקן, נאָר אַן איינהייט פון אַ רוימלעך-צייטלעכן קאָנטינואום: נישט קיין אַבסאָלוטער פאַרשווינדן און ווערן, נאָר אַ מין זיין.

איינשטיין איז דעריבער גערעכט, ווען ער פאָרמולירט מינ-

קאָװוסקיס אױפּטו אין די װערטער: „די פיזיק װערט פון אַ געשעען אין דעם דריי-דימענזיאָנאַלן רױם — ביז צו אַ גצװױ-סער מאָס — אַ זײַן אין דער פיר-דימענזיאָנאַלער „װעלט". (איינשטיינס אַלגעמיינפאַרשטענדלעכע רעלאַטיװיטעטס-לערע, ז. 83).

עס איז דאָ זייער װיכטיק צו באַמערקן, אַז אָט די מינ-קאָװוסקישע „פערטע דימענזיע" טאָר בשום אופן נישט צונױפגע-מישט װערן מיט יענער פערטער דימענזיע, װעגן װעלכער עס רעדן די טעאָרעטיקער פון דער „פאַן-געאָמעטריע" און די... ספּיריטן. די פערטע דימענזיע פון דער פאַן-געאָמעטריע און פון די ספּיריטן איז נישט געגעבן געװאָרן אין אונזער דערפאַרונג. אויב ז' איז דאָ, װערט זי באַטראַכט, װי אַ ריין-רוימלעכע אויסשפּריי-טונג, װעלכע מיר קאָנען נישט רעאַליזירן אין אונזער כוח-הדמיון, אָבער װי יעדע רוימלעכע אויסשפּרייטונג האָט זי די אייגנשאַפט, װאָס מען קאָן אין איר אומגיין אַהין און צוריק. פונקט, װי אַ שפין, װאָס לאָזט זיך אַראָפּ פון סופיט אויף דעם צװיי-דימענזיאָ-נאַלן טיש, קאָן זיך צוריק אויפהויבן צום סופיט אויף דעמזעל-ביקן פאָדעם, אַזוי קאָן אַ „גייסט" זיך אַראָפּלאָזן פון דער „פערטער דימענזיע" צו מענטשן אין דעם דריי-דימענזיאָנאַלן רוים און דערנאָך זיך אומקערן צוריק אין דער „פערטער דימענזיע".

די מינקאָװוסקישע „פערטע דימענזיע" איז נישט קיין גע-דאַנקען-פּראָדוקט, נאָר אַ פיזיקאַלישע רעאַליטעט, אַ נאַטור-דערשיינונג, װעלכע מיר נעמען אויף מיט אונזערע חושים, (מיט דעם אינעװייניקסטן צייט-חוש), און מען קאָן אין איר נישט אומגיין אַהין און צוריק. מען קאָן זיך אין איר נישט אומקערן צו די קינדער-יאָרן, אַפילו נישט צו דעם נעכ-טיקן טאָג, און װאָס אָפּגעלעבט איז (אַך! אָדער: געלויבט איז גאָט!) שוין אויף אייביק אָפּגעלעבט...

אָט דעם מינקאָװוסקישן פיר-דימענזיאָנאַלן „רוים-צייט-קאָנטינואום" אַרבעט איינשטיין אַריין אין זיין לערע װעגן רוים און צייט, און עס איז דעריבער קלאָר, אַז אַלץ, װאָס מיר האָבן אויבן געזאָגט װעגן דער רוימלעכקייט, מוזן מיר איצטער אויך

זאָגן וועגן דער צייטלעכקייט. ווי רוים, איז אויך די צייט נישט קיין ליידיקע כּלי, נישט קיין פליסנדיקער גאָרנישט, מיט וועלכן עס טראָגן זיך אַלע דערשיינונגען. זי איז אין די זאַכן און פּאַסירונגען, ווי אַ באַשטימטע פיזיקאַלישע אייגנשאַפט זייערע. זי איז דעריבער אויך נישט פּאַסיוו, ווי דאָס האָט געלערנט ניוטאָן. ווי יעדע פיזיקאַלישע אייגנשאַפט שטייט זי אין דער שיכות פון אַ וועקסל-ווירקונג מיט אַלע אַנדערע פיזיקאַלישע אייגנשאַפטן. זי ווערט באַשטימט פון זיי, און קאָן צוריק-ווירקן אויף זיי.

אויב אָבער רוימלעכקייט און צייטלעכקייט קאָנען ווירקן און באַווירקט ווערן, הייסט עס, אַז זיי קאָנען זיך אויך בייטן, לויט די אומשטענדן פון יענע ווירקונגען און קעגנווירקונגען. עס איז דעמאָלט נישט קיין „מוז" פאַרן מענטשלעכן שכל צו דענקען, אַז דער צושטאַנד פון רוימלעכקייט און צייטלעכקייט מוז אומעטום זיין דערזעלביקער, אַז אַ מעטער די לענג מוז אומעטום זיין אַ מעטער די לענג; אַז אַ סעקונדע צייט מוז אומעטום זיין אַ סעקונדע צייט; אַז איין שטיק רוים מוז אונטער אַלע אומשטענדן און אין אַלע פּרטים זיין גלייך צו אַן אַנדער שטיק רוים, סיי אין זיין אַרט, סיי אין זיין פאָרם, סיי אין זיינע פיזישע ווירקונגען. די אַלטע לערע, אַז דער רוים און די צייט זענען אין אַלע זייערע טיילן האָמאָגען (פון גלייכער אַרט און פאָרם) און איזאָטראָפּ (פון אומעטום גלייכע אינעווייניקסטע אייגנשאַפטן) האָט זיך איצטער נישט אויף וואָס צו שטיצן. ווייל ביי זיי זענען אָוועקגענומען געוואָרן די צוויי וויכטיקסטע גרונט-יסודות, אויף וועלכע זיי האָבן גערוט אין דער אַלטער לערע. עס איז אָוועקגענומען געוואָרן זייער זעלבשטענדיקייט, מחוץ די מאַטעריעלע פּראָצעסן, זייער עקזיסטענץ, ווי אַ כּלי, וואָס קאָן ווערן אָנגעפילט אָדער אויסגעליידיקט, און עס איז אָוועקגענומען געוואָרן זייער ליידיקייט אָדער „ריינקייט". נאָר וועגן אַ ליידיקן רוים און אַ „ריינער" צייט, וואָס עקזיסטירן זעלבשטענדיק, קאָן מען זיכער זיין, אַז איין טייל „ליידיקייט" מוז זיין פון דערזעלביקער אַרט, פון דערזעלביקער פאָרם און מיט דיזעלביקע אייגנשאַפטן, ווי יעדער אַנדער טייל ליידיקייט

די פיזיקאַלישע רוימלעך-צייטלעכקייט איז אָבער, ווי מיר האָבן געזען, נישט קיין ליידיקע כּלי, נאָר אַ סכום פון געוויסע פיזיקאַלישע אייגנשאַפטן אין דער מאַטעריע. זיי קאָנען זיך דעריבער בייטן, לויט דעם צושטאַנד פון דער מאַטעריע, פונקט ווי לויט דעמזעלביקן צושטאַנד קאָן זיך בייטן איר מאַגנעטיזם, אָדער איר וואַרעמקייט, אָדער איר עלעקטריציטעט.

דאָס עפנט אויף דעם וועג פאַר דעם שכל צו קאָנען דענקען אַזוי ווי איינשטיין, אין דער אויבן-ציטירטער משנה, אַז אַפילו די מאָס-אייגנשאַפטן פון רוימלעכקייט און צייטלעכקייט, די לענג פון אַ מעטער און די דויער פון אַ סעקונדע, — קאָנען זיין פאַרשיידן אין פאַרשיידענע רוים-צייט-פלעצער פון דער וועלט, און אַז דידאָזיקע פאַרשיידנקייטן קאָנען באַדינגט ווערן פון דער מאַטעריע, וועלכע געפינט זיך אין שכנות מיט יענע רוים-צייט-פלעצער. אָדער, כּדי נאָך אַמאָל צו רעדן מיט איינשטיינס אייגענע ווערטער: „די מעטרישע אייגנשאַפטן פון דעם רוים-צייט-קאָנטינואום זענען פאַרשיידן אין דער סביבה פון די איינצלנע רוים-צייט-פונקטן און ווערן מיטבאַדינגט דורך דער מאַטעריע, וואָס איז פאַראַן דרויסן פון דעם באַטראַכטן פעלד״.

אויסגעפינען דעם „ווו״ און דעם „ווען״ און דעם „ווי״ פון דידאָזיקע רוים-צייטלעכע פאַרשיידנקייטן, — דאָס קאָן מען שוין נישט טאָן על פּי „ריינעם״ שכל. דערצו מוז מען שטודירן די ווירקלעכקייט גופא. רוים-צייטלעכקייטן מוזן געמאָסטן ווערן מיט „מאָסשטאַבן און זייגערס״. ערשט זיי, „די מאָסשטאַבן און די זייגערס״, קאָנען באַווייזן, צי יעדע מאָס-איינהייט זייערע האָט אומעטום דיזעלביקע לענג אָדער דיזעלביקע דויער, ווען יענע לענגען און דויערן ווערן פאַרענדערט, אונטער וועלכע אומשטענדן דאָס פּאַסירט מיט זיי, און לויט וועלכע געזעצן דאָס קומט פאָר.

יאָ, אַזוי קאָן דאָס איצטער געטראַכט ווערן. אָבער דאָ וואַקסט אויס די שאלה: מוז דאָס אַזוי געטראַכט ווערן? וואָס צווינגט איינשטיינען אָפּצוזאָגן זיך פון יענע באַגריפן וועגן רוים און צייט, וואָס זענען אויסגעאַרבעט געוואָרן אין דער

מענטשלעכער טאָג-טעגלעכער דערפאַרונג און אין דעם שאַרפן נאַטור-וויסנשאַפטלעכן דענקען?

איז איינשטיינס לערע וועגן רוים און צייט נאָר אַ שכלדיקע חקירה, וואָס ווערט אַוועקגעשטעלט אַנטקעגן אַן אַנדער שכלדיקער חקירה? אָדער שטיצט זי זיך אויף די „ל ע ב נ ס - נ ו י ט ן" פון דער נאַטור-וויסנשאַפטלעכער פאָרשונג און איז אַרויסגעוואַקסן פון יענע „ל ע ב נ ס - נ ו י ט ן"?

אין דעם פאָריקן קאַפּיטל האָבן מיר געמאַכט די באַמערקונג, אַז די רעלאַטיוויטעטס-לערע איז אַרויסגעוואַקסן אין דעם פּראָצעס פון די מאָדערנע מאַטעמאַטיש-פיזיקאַלישע פאָרשונגען. אין זיי, אין אַט די פאָרשונגען, האָט מען זיך אָנגעשטויסן אויף געוויסע שוועריקייטן, אויף ס ת י ר ו ת צווישן איין נאַטור-געזעץ און דעם אַנדערן, און די רעלאַטיוויטעטס-לערע איז געקומען, כּדי אויסצוגלייכן דידאָזיקע סתירות און אויפצובויען אַ נייע איינהייטלעכקייט.

אין דעם אויבן-דערמאָנטן געשפּרעך מיינעם מיט פּראָפ. איינשטיין האָב איך אים געשטעלט אַזאַ פראַגע: „קאָן מען זאָגן, אַז די גרונט-מאָטיוון פון דער רעלאַטיוויטעטס-לערע זענען: א) דאָס באַשטרעבן אויסצומיידן ווידערשפּרוכן און ב) דער לוקסוס „פון אַן איינהייטלעכער וועלט-אויפפאַסונג?"

הער פּראָפעסאָר איינשטיין האָט דאָס ווערטל „לוקסוס" דורכגעלאָזן פאַרביי די אויערן. עס קאָן זיין, ער האַלט, אַז דאָס שטרעבן צו מאָניזם איז נישט קיין עסטעטישער געדאַנקען-לוקסוס, ווי עס דוכט זיך מיר, נאָר, נעבעך, אַ ביטערע „עקאָנאָמישע נויטווענדיקייט", ווי דאָס האָבן געלערנט אַווענאַריוס און מאַך. אָבער דער ענטפער אויף מיין פראַגע איז געווען אַן איינפאַכער און קרעפטיקער „יאָ!" אויף ביידע פונקטן. איינשטיין פירט אַריין אין דער וויסנשאַפט זיין נייע לערע וועגן רוים און צייט, ווו אַ מעטער און אַ סעקונדע אין איין אָרט קאָנען ווערן קלענער אָדער גרעסער אין אַן אַנדער אָרט, כּדי ווידער אויפצובויען אַן איינהייטלעכע פיזיק.

אין דעם קומענדיקן קאַפּיטל וועלן מיר דאַרפן באַקאַנט ווערן — אין די אַלגעמיינסטע שטריכן — מיט יענע ריין-וויסנ-

שאַפּטלעכע סתירות און שוועריקייטן, וואָס האָבן געפירט איינ־שטיינען צו זיין נייער לערע פון רוים און צייט, צו דער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע בכלל און צו אַלע יענע קאָנסעקווענצן, וואָס וואַקסן פון איר אַרויס. דעמאָלט וועט נאָך קלאָרער אַרויס־טרעטן איר באַטייט פאַר דעם מאָדערנעם וויסנשאַפטלעכן דענ־קען.

דערווייל אָבער וועל איך מיר דערלויבן צו מאַכן איין קליינע פילאָזאָפישע באַמערקונג.

שוין ביי דער לערע וועגן דער רעלאַטיוויטעט פון באַ־וועגונג, וואָס האָט אָפּגעשאַפט דעם דואַליזם פון „באַוועגונג" און „רו", האָבן מיר אויפגעוויזן, אַז דאָס איז אַ וויכטיקער שריט אין דער ריכטונג פון דעם „סינטעטישן מאָניזם", וואָס פאַר־אייניקט די היפּוכים אַזוי, אַז קיינער פון זיי ווערט נישט פאַר־גוואַלטיקט צוליב דעם אַנדערן.

אין מינקאָווסקי־איינשטיינס לערע פון רוים און צייט, מיט וועלכער מיר האָבן זיך איצטער באַשעפטיקט, טרעפן מיר זיך מיט נאָך אַ געוואַלטיקערן שריט אין דערזעלביקער פילאָזאָ־פישער ריכטונג.

די נייע לערע איז אַ דורך־און־דורך מ אָ נ י ס ט י ש ע. זי שאַפט אָפּ אַזעלכע דואַליזמען, וואָס זענען ביז אַהער געבליבן שטיין אַפילו אין אַסך מאָניסטישע פילאָזאָפישע סיסטעמען, — דער עיקר אין דעם מ אַ ט ע ר י אַ ל י ז ם פון דעם ניינצנטן יאָר־הונדערט.

פאַר דעם מאַטעריאַליזם, — אַפילו אַזאַ פילאָזאָפיש־טיפן, ווי דעם, אין וועלכן עס האָבן געגלויבט מאַרקס און ענגעלס, — איז נאָך באַשטאַנען די פרינציפּיעלע פאַרשיידנקייט פון אַזעלכע דערשיינונגען, ווי „צייט", „רוים און „מאַטעריע". אין זיין פאָלעמיק אַנטקעגן דיורינגן באַטראַכט ענגעלס בפירוש די עקזיסטענץ פון אַ „ריינער צייט", פון אַן „אמתער" צייט — פּונקט ווי ביי ניוטאָנען. — (זע זיין אַנטי־דיורינג (1894) ז. 41—42).

אויף אַזאַ אופן האָבן מיר אין דעם מאָניסטישן מאַטער־

ריאַליזם, ערשטנס, אַ ריינע צייט, וואָס — לאָגיש גענומען — קאָן זי עקזיסטירן פאַר זיך, אַפילו ווען עס זאָלן נישט זיין נישט קיין רוים, נישט קיין מאַטעריע; צווייטנס, אַ ליידיקן רוים, וואָס קאָן אמת נישט עקזיסטירן מחוץ פון דער צייט, פאַר וועמען די צייט איז אָבער נאָר אַ באַדינג פאַר זיין עקזיסטענץ, און נישט קיין טייל פון זיין אינעווייניקסטן מהות; און דריטנס, די מאַטעריע, וואָס מוז עקזיסטירן אין דעם רוים אַזוי, אַז ווען דער רוים זאָל איר חלילה אָפּזאָגן פון דער דירה, איז פאַר איר נעבעך נישטאָ ווו אַהינצוטאָן זיך: כאָטש נעם און פּעקל זיך אַריבער — שונאי ישראל — אין דעם „אידעאַליזם" אַריין און וווין דאָרטן, ווי אַ דמיון אין אַ גייסט.

מינקאָווסקי-איינשטיינס סינטעטישער מאָניזם אין דער רוים-און-צייט-לערע שאַפט אָפּ אָט די אַלע דואַליזמען און געדאַנק-לעכע פאַנאַנדערשפּאַלטונגען פון דעם איינהייטלעכן וועלט-געשעען. מאַטעריאַליטעט, רוימלעכקייט און צייטלעכקייט זענען צענויפגעגאָסן אינאיינעם. זיי קאָנען נישט עקזיסטירן איינס אָן דעם אַנדערן. זיי זענען אין תוך אַריין איין-און-דיזעלביקע זאַך. ווי זאָלן מיר אָנרופן דידאָזיקע זאַך? רוימלעך-צייטלעכע מאַטעריע? מאַטעריעל-צייטלעכע רוימלעכקייט? רוימלעך-מאַטע-ריעלע צייטלעכקייט?

ווי איר זאָלט זי נישט אָנרופן, איז זי נישט קיין אַנדער זאַך, ווי די איין-איינציקע וועלט-רעאַליטעט, וואָס שפּיגלט זיך אָפּ אין די פאַרשיידענע ספערן פון דער מענטשלע-כער דערקענטעניש אויף אַ פאַרשיידענעם אופן.

אין דער פיזיקאַליש־מאַטעמאַטישער נאַטור-וויסנשאַפט — און נאָר אין איר — שפּיגלט זי זיך אָפּ פאַר אונז אין דער פאָרם פון אַ רוימלעך-צייטלעך-מאַטעריעלער איינ-הייט. אין די אַנדערע ספערן פון דעם מענטשלעכן געדאַנק אַנטפּלעקט זי פאַר אונז אירע אַנדערע זייטן און אייגנשאַפטן: אין די ביאָלאָגישע וויסנשאַפטן, — איר לעבן, אין דער פּסיכאָלאָגיע — איר גייסטיקייט, אין דער סאָציאָלאָגיע און אין דער קולטור-וויסנשאַפט — איר באַשאַפעריש-קינסט-

לערישן דראַנג, אין דער פּילאָזאָפיע און דער רעלי־גיע — איר אינעווייניקסטע אייגנהייט און גייסטיקע פּראַכט.

אויך די מעטאַפיזישע אייגנשאַפטן פון דער וועלט־רעאַליטעט זענען — ווי די פיזישע — נישט אַבסאָלוט, נאָר רעלאַטיוו. זיי זענען רעלאַטיוו צו דער מענטשהייט, וואָס דערקענט זיי, צו דער קולטורעלער עפּאָכע, אין וועלכער די מענטשהייט דערקענט זיי, צו די גייסטיקע ספערן, דורך וועלכע די מענטשהייט באַטראַכט זיי. און זיי זענען פאַרשיידן, לויט דער קולטורעלער עפּאָכע און לויט די גייסטיקע ספערן, אין וועלכער און דורך וועלכע די מענטשהייט נעמט זיי אויף.

און אויך דאָ האָבן מיר פאַר אונז נישט קיין דריי זעלבּ־שטענדיקע, פאַרשיידענע ענינים, נאָר אַ דריי־זייטיקע איינִיקייט. די דערקענענדיקע „מאַטעריע” (די מענטשהייט), די „צייטלעכקייט” פון דער דערקענטעניש (די קולטורעלע עפּאָכע) און די „רוימלעכקייט” פון דער דערקענטעניש (די פאַרשיידענע גייסטיקע ספערן) זענען איין־און־דיזעלביקע זאַך: יענער טייל וועלט־רעאַליטעט, וואָס באַשטייט אין דער פּראָגרעסירנדיקער מענטשלעכער קול־טור און אין דער פּראָגרעסירנדיקער מענטש־לעכער דערקענטעניש.

נאָר — אָט די „רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע” שפּרייזט שוין ווייט אַריבער די גרענעצן פון איינשטיינס רעלאַטיוויטעטס־לערע, און עס פאַרשטייט זיך פון זיך גופא, אַז איינשטיין איז נישט מחויב צו נעמען אויף זיך די אחריות פאַר איר, צי ווייל ער וועט, לויט זיין פּילאָזאָפישן אני־מאמין, נישט קאָנען מסכים זיין מיט איר, אָדער גאָר פּשוט: ווייל ער איז דאָך באמת נישט מחויב צו וויסן, וואָס אַ יידישער שרייבער ערגעץ־ווו אין אַ יידיש בוך וועגן יענע פּילאָזאָפישע אויס־בליקן, וואָס אַנטפּלעקן זיך פון זיין, איינשטיינס, שטאַנדפּונקט אין דער פיזיק.

און וואָס זאָל מען טאָן! איך וועל פּרוּוון נעמען די אחריות אויף זיך אַליין...

III

ביי דעם רוֹב דענקנדיקע מענטשן — און אפשר ביי־אַלע מענטשן — הערשט די פאָרשטעלונג, אַז עס איז פאַראַן אַן איינהייטלעכער, איין־איינציקער וועלטן־רוים, אַן אומענדלעך אויסגעשפרייטער אין אַלע ריכטונגען. פון אָט־דעם וועלט־רוים קאָן מען, — ווייניקסטנס, אין געדאַנק, — אויסשעפּן אַלצדינג, אַזוי אַז ער זאָל בלייבן אַן אַבסאָלוט־ליידיקער, און פונדעסט־וועגן וועט ער נישט פאַרשווינדן, ווי עס פאַרשווינדט נישט דער רוים פון אַ גלעזערנעם גלאָק, ווען מיר פּומפּן פון אים אויס די לופט.

דערזעלביקער מענטשלעכער פאַרשטאַנד נעמט אויך אָן, אַז ס'איז דאָ אַן איינהייטלעכע, איין־איינציקע וועלטן־צייט, וואָס ציט זיך אָן אַן איבעררייס פון „ששת ימי בראשית" אָן ביז צו דעם „סוֹף כל הדוֹרוֹת". אויך פון דער צייט קאָנען מיר אין געדאַנק אויסשעפּן אַלע פּאַסירונגען, און פונדעסטוועגן וועט זי־זיך נישט אויפהערן צו ציען, צו געדויערן, ווי זי הערט נישט־אויף צו געדויערן, ווען עס שטעלט זיך אָפּ אַ זייגער.

אַלע מאָל ווען דער מענטשלעכער פאַרשטאַנד טראַכט וועגן רוים־לענגען און צייט־דויערן האָט ער פאַר זיין גייסטיקן אויג אָט די פאָרשטעלונג פון אַן איין־איינציקן, נישט איבערגע־ריסענעם, ליידיקן וועלט־חלל און פון אַן איין־איינציקער, נישט איבערגעריסענער, ליידיקער וועלט־צייט. ווען ער דענקט וועגן אַ „קלאַפּטער די לענג", שטעלט ער זיך פאָר אַ גלייכע ליניע, ווי אַ ווירע, וואָס „פאַרנעמט" אַ קלאַפּטער, און וואָס איז אַ טייל פון דעם איין־איינציקן וועלט־חלל און ליגט אין אים. און אַזוי־

אויך ווען ער דענקט וועגן אַ „מינוט״ צייט, שטעלט ער זיך פאָר אַ צייט-אָפּשניט פון אַ באַשטימטן דויער, וואָס „נעמט״ אַ „מינוט״ און וואָס איז אַ ט י י ל פון דער איין-איינציקער וועלט-צייט און איז אין איר, אָדער גיייט דורך אין איר, אָדער וועט זיין אין איר.

עס פאַרשטייט זיך, אַז ביי אַזאַ פאַרשטעלונג מוז אַ קלאַפּ-טער זיין אומעטום די לענג אַ קלאַפטער און אַ מינוט מוז אומעטום און אַלע מאָל האָבן דעם דויער פון אַ מינוט. מיר קאָנען זיך נישט פאָרשטעלן, אַז די גלייכע ליניע פון אַ קלאַפטער די לענג, זאָל פּלוצים ווערן לענגער אָדער קירצער, ווען מיר טראָגן זי אַריבער אין געדאַנק פון איין אָרט אין וועלט-חלל אויף אַן אַנדערן; אַז אַ „מינוט״ זאָל ווערן לענגער אָדער קירצער, אין וואָס פאַר אַ צייט און אין וואָס פאַר אַן אָרט מען זאָל זי נישט אַוועקשטעלן אין געדאַנק. און דער פאַרשטאַנד גלויבט דערביי, אַז דאָס, וואָס דער שכל איז מחייב, מוז אויך זיין אַ „מוז״ פאַר דער גאַנצער ווירקלעכער וועלט.

אין דעם פאָריקן קאַפּיטל האָבן מיר געזען, אַז איינ-שטיינס רעלאַטיוויטעטס-לערע שטעלט אַוועק די פאָדערונג, מען זאָל אויפהערן צו דענקען וועגן דעם רוים, ווי וועגן אַ ליידיקן איינהייטלעכן וועלט-חלל, און וועגן דער צייט, ווי וועגן אַן איינ-הייטלעכער ליידיקער וועלט-צייט. „רוים-צייט״ איז „רוימלעכ-קייט״ און „צייטלעכקייט״, וואָס זענען צונויפגעגאָסן אינאיינעם און געפינען זיך אין יעדער זאַך און אין יעדער פּאַסירונג. מיר האָבן געזאָגט: נישט די זאַכן און פּאַסירונגען געפינען זיך אין דעם רוים און שפּילן זיך אָפּ אין דער צייט, נאָר די „רוים-צייטלעכקייט״, דער „אויסגעשפּרייטער דויער״ געפינט זיך אין די זאַכן און פּאַסירונגען; אין יעדער „זאַך-פּאַסירונג״ (אויב מען קאָן זיך אַזוי אויסדריקן) באַזונדער.

אויב מען קאָן אַזוי דענקען, איז שוין אויך נישט שווער צוצולאָזן דעם געדאַנק, אַז אין פאַרשיידענע „זאַך-פּאַסירונגען״ קאָנען פאָרקומען פ אַ ר ש י י ד ע נ ע „רוים-צייטלעכקייטן״, אַז אַ „מינוט-קלאַפטער״ אין איין זאַך-פּאַסירונג איז נישט גלייך אין

זיין לענג און דויער צו אַ „מינוט-קלאַפּטער" אין אַן אַנדער זאַך-פּאַסירונג.

אויב מען קאָן אַזוי דענקען! קאָן מען דאָס אָבער און מוז מען דאָס? אַלבערט איינשטיין זאָגט, אַז מען מוז דאָס, אפילו ווען מען זאָל דאָס נישט קאָנען, ד. ה., ער וויל האָבן, אַז מיר מוזן אָננעמען, אַז אַזוינס קומט פאָר אין דערווירקלעכער וועלט, אַפילו ווען אונזער שכל זאָל נישט זיין מסוגל אויסצומאָלן זיך די מעגלעכקייט דערפון פאַר זיין גייסטיקן אויג.

מיר וועלן שפּעטער זען, אויף וואָס איינשטיין בויט זיין מערקווירדיקן „מוז". מיר ווילן אָבער פריער אַ פּרוּוו טאָן, טאָמער איז פאָרט דאָ אַ וועג, ווי אַזוי משער צו זיין זיך אַזאַ אויפן ערשטן בליק אַבסאָלוט-אוממעגלעכע זאַך. מיר וועלן פּרוּוון געפינען ענלעכע פאַלן אין דער מענטשלעכער דערפאַרונג, וואָס וועלן אפשר ברענגען דעם איינשטיינשן געדאַנקענגאַנג נענטער צו דעם מענטשלעכן שכל.

לאָמיר אָנהויבן מיט דער צייט.

די צייט איז פאַר אונז, מענטשן, נישט נאָר אַ וועלט-רעאַליטעט, וואָס געפינט זיך דרויסן פון אונזער אייגענעם פּסיכישן לעבן. זי איז אויך אַ פאַקט פון אונזער אינעווייניקסטער פּסיכישער איבערלעבונג. אין תוך געשמועסט, קאָנען מיר די צייט נאָר פון אונזער אינעווייניקסטער פּסיכישער איבערלעבונג. אויב מיר וואָלטן אין אונזער נשמה נישט געהאַט די פאָרשטעלונג פון אַ צייט, וואָס דויערט אַ געוויסע ווייל, וואָלטן מיר איבערהויפּט נישט געקאָנט קומען אויפן געדאַנק פון וועלט-צייט, וואָס דויערט דרויסן פון אונז.

אין אונזער אינעווייניקסטער פאָרשטעלונג וועגן דער צייט מאַכן מיר אָבער אַ חילוק צווישן אונזער אייגענער סוביעקטיווער אָפּשאַצונג פון צייט-לענגען און דער אָביעקטיווער לענג, וואָס יענע צייט-אָפּשניטן האָבן אין דער ווירקלעכער וועלט.

ווען דער דיכטער זינגט:

עס פליען די יאָרן ווי פיילן,
עס ציען זיך רגעס ווי יאָרן, —

שפּילט ער דאָ אויף אַ זייער טיפּזיניקן אופן מיט די צוויי פאַרשיידענע דויער-מאָסן, וואָס דער מענטש ווענדט אָן אין דער אויסמעסטונג פון צייט: דער סוביעקטיווער מאָס און דער אָביעקטיווער. אַ רגע, לויט דער אָביעקטיווער מאָס, ווערט אין דער סוביעקטיווער מאָס אויסגעצויגן צו אַ גאַנצן יאָר, און גאַנצע יאָרן פון דער אָביעקטיווער צייט ווערן סוביעקטיוו-פּסיכיש פאַרקירצט צו דעם פלי פון אַ פייל. דאָס איז, פאַרשטייט זיך, אַ פּאָעטישע גוזמא. אָבער פון דער ווירקלעכער דערפאַרונג ווייס יעדער איינער, אַז די „סוביעקטיווע", פּסיכישע צייט-מאָסן זענען נישט קיין באַשטענדיקע, איין-פאַר-אַלעמאָל געגעבענע, אַבסאָלוטע, נאָר זיך-בייטנדיקע, רעלאַטיווע, לויט דער גייסטיקער שטימונג, אין וועלכער מיר געפינען זיך.

מיר רעדן וועגן „לאַנג-ווײַלן" זיך און „קורץ-ווײַלן" זיך און ווילן דערמיט זאָגן, אַז איין-און-דערזעלביקער צייט-אָפּשניט האָט אויף אונז געמאַכט דעם איינדרוק פון אַ לענגערן דויער, איידער געוויינלעך, און אין דעם אַנדערן פאַל — דעם איינדרוק פון אַ קירצערן דויער.

אין דעם זין פון אַזעלכע רייד וועגן „לאַנג-ווײַליק" און „קורץ-ווײַליק" ליגט איינגעשלאָסן, אַז מיר פאַרגלייכן דערביי אונזער סוביעקטיוון פּסיכישן איינדרוק, וואָס די דרויסנדיקע „וועלט"-צייט מאַכט אויף אונז, מיט דער „וועלט"-צייט גופא. מיר ווייסן גאַנץ גוט די נפקא מיניה צווישן זיי, און זעלטן-ווען מיר פאַלן אַריין אין דעם טעות, אָנצונעמען דעם סוביעקטיוון דויער פון אונזער „פּסיכישער" צייט פאַר דעם ווירקלעכן לויף פון דער וועלט-צייט.

עס זענען אָבער דאָ פאַלן אין אונזער פּסיכישן לעבן, ווו עס איז פאַר אונז אויסגעשלאָסן די מעגלעכקייט צו פאַרגלייכן די לויפן פון אָט די ביידע „צייטלעכקייטן" און דעמאָלט פאַלן מיר אַריין אין יענעם טעות.

אַזעלכע פאַלן קומען פאָר מיט דער צייט־מעסטונג אין אַ חלום און אין דעם צושטאַנד פון אָפּיום אָדער האַשיש־פאַר־נעפּלטקייט.

פון די זייער צאָלרייכע פאַלן, וואָס זענען אָנגעזאַמלט געוואָרן אין דער ליטעראַטור וועגן אָט די ענינים, וויל איך דאָ ברענגען נאָר צוויי כאַראַקטעריסטישע פאַלן, — איינעם פון אַ חלום, דעם אַנדערן פון אַ האַשיש־צושטאַנד, ווייל זיי באַווייזן אמבולטסטן די גרויסע נפקא מיניה אין דעם איינדרוק, וועלכן דער צייט־לויף מאַכט אויף אונז אין אויסערגעוויינלעכע צושטאַנדן.

איינער האָט זיך אויפגעכאַפּט אויף אַן הרף־עין פיר אַ זייגער ביינאַכט, ווען דער זייגער האָט נאָרוואָס אָנגעהויבן שלאָגן און איז תיכף ווידער פאַרזונקען געוואָרן אין שלאָף. עס חלומט זיך אים, אַז מען קלינגט צו אַ שרפה. ער לויפט אַרויס אין גאַס און לאָזט זיך מיט דעם עולם צו דעם ברענענדיקן הויז, ווו ער באַטייליקט זיך אין דער רעטונגס־אַרבעט און אין אַלערליי אַנדערע פּאַסירונגען, וואָס זענען דערביי פאָרגעקומען. דאָס אַלץ האָט געדויערט נישט ווייניקער, ווי אַ שעה דריי־פיר. ווען ער האָט זיך אויפגעכאַפּט, האָט ער אָבער באַמערקט, אַז דער זייגער האָט נאָרוואָס אָפּגעשלאָגן פיר, און אַז אויפגעכאַפּט האָט ער זיך פון דעם שטיל־ווערן.

הייסט עס, אַז די פּאָר הרף־עינס „ווירקלעכע וועלט־צייט", וואָס עס האָט גענומען דעם זייגער אָפּצושלאָגן פיר, האָבן זיך אין דעם חלום פּסיכיש אויסגעצויגן, און דער איינדרוק פון זיי איז געווען ווירקלעכע דריי־פיר שעה.

נאָך אַ בולטערער פאַל איז באַשריבן געוואָרן פון אַ רייזנדן אין אָריענט. זיינער אַ פריינט, אַן אייראָפּעאישער קאָנסול, האָט אים אין איינעם אַ פרימאָרגן מכבד געווען מיט אַ „ציי" פון אַ האַשיש־פּיפּקע. מער ווי איין „ציי" האָט מען אים נישט געלאָזט נעמען. ער געדענקט גאַנץ גוט, ווי ער האָט זיך אַנידערגעלייגט אויף דער סאָפע, און ווי ער האָט געוואָלט נאָך דעם ערשטן ציי תיכף נעמען אַ צווייטן, נאָר מען האָט די פּיפּקע

מיט געוואַלט אַרויסגעריסן פון זיינע הענט. ער געדענקט אויך, ווי ער האָט אַ גליקלעכער זיך אַ וואָרף געטאָן צוריק און האָט גענומען קוקן, ווי אַזוי דער רויך פון דעם האַשיש האָט זיך אין אַ דינעם שטראָם געטראָגן דורך דעם אָפענעם פענסטער פון צימער אין דרויסן אַרויס.

באַלד נאָך דעם האָט זיך אויך זיין קערפּער פון זיך אַליין אויפגעהויבן פון דער סאָפע אין דער ליגנדיקער לענג, האָט זיך אומגעדרייט פון דער רוקן-לאַגע און איז אַרויסגעשווומען מיט דעם רויך-שטראָם דורכן פענסטער. ער האָט זיך גענומען אומ-טראָגן אין דעם בלאָען זוניקן מרחב און באַוואונדערן די שיינע נאַטור. ער געדענקט, ווי די פייזאַזשן האָבן זיך געביטן לויט די ערטער, וועלכע ער איז פאַרבייגעפלויגן און לויט די ליכט-עפעקטן פון דער זון, וואָס איז רואיק געגאַנגען איר וועג אויף דעם הימלשן געוועלב. ער געדענקט די פאַרמיטאָקס-סצענעס, די נאָכמיטאָק-סצענעס, און די לאַנדשאַפטן אין דער באַלייכטונג פון דער פ אַ ר ג ײ ע נ ד י ק ע ר זון. מיט אירע לעצטע פאַרשווינדנדיקע שטראַלן, ווען עס איז אָנגעקומען דער טיפער בין-השמשות, איז ער צוריק אַריינגעשווומען אַהיים דורך דעמזעלביקן אָפע-נעם פענסטער און האָט זיך אויפגעכאַפּט אין דעם צימער, אַ באַגאָסענעם מיט די שטראַלן פון דער פרימאָרגן-זון. געלעגן איז ער אין דעם האַ ש יש-שלאָף ניט מער ווי אַ פינף מינוט...

ווי אַזוי קאָנען פינף מינוט „אמתע״ צייט זיך פאַנאַנדער-ציען א ו י ף אַ ג אַ נ צ ן ט אָ ג „פסיכישע״ צייט? די, וואָס זענען באַקאַנט מיט די דאַטן, וואָס מיר האָבן וועגן די צייט-דערשיי-נונגען, — פאַר יענע איז דאָס קיין ברעקל וווּנדער נישט. גע-ווינלעך מיינען מיר, אַז אַ סעקונדע, אַ הרף-עין, איז אַזאַ קליינע ווײַלע, אַז אין איר קאָנען קיין סך פּאַסירונגען נישט פאָרקומען, אין דער אמתן איז דאָס — פון אַ געוויסן שטאַנד-פונקט — אַ ן א ו מ ג ע ה י י ע ר ל אַ נ ג ע צ ײ ט. מיט די איצטיקע פיזיקאַלישע מעסט-אינסטרומענטן קאָנען מיר אויסמעסטן פיזיקאַ-לישע פּאַסירונגען, וואָס דויערן מילי-ביליאָנטלס פון אַ סע-קונדע, אין דעם איצטער באַרימט-געוואָרענעם מ י כ ע ל ס אָ נ ש ן

עקספּערימענט, וועגן וועלכן מיר וועלן נאָך דאַרפן רעדן, האָט זיך געהאַנדלט וועגן דעם אויפמערקן פון אַ פיזיקאַלישער פּאַסירונג, וואָס האָט געזאָלט דויערן אַן ע ר ך דריי הונדערט און זעקס און זעכציק מילי-ביליאָנטלס פון אַ סעקונדע, — אַ צענער-תּשבורת מיט אַכצן ציפערן נאָך דער „נול גאַנצע״ *).

שטעלט אייך פאָר, אַז י ע ד ע אַזאַ פיזיקאַלישע פּאַסירונג וואָלט געקאָנט אויפגענומען ווערן אין אונזער צ י י ט-ב אַ וו ו ס ט-ז י י ן. דעמאָלט וואָלט אַ וועלט-סעקונדע - זיך געקאָנט פּסיכיש פאַנאַנדערציען, נישט נאָר אין אַ טאָג, נ אָ ר א י ן ט ו י ז נ ט ע ר יאָרן...

יאָ, דאָ זענען מיר אַרויפגעקומען אויף איינע פון די וויכטיקסטע פראַגן, וואָס זענען פאַרבונדן מיט דעם צייט-פּראָבלעם.

מיר האָבן געזען, אַז אַ סעקונדע אויף דער וואָר קאָן דויערן שעהן אין געוויינלעכן שלאָף, אָדער אין אַ האַשיש-פאַרנעפּלטקייט. מיר זאָגן, אַז דער טאָג אין דעם האַשיש-שלאָף איז אַ פאַלשער טאָג, אַ דמיון-טאָג, רעכענען דאַרף מען זיך מיט דער „אמתער״ צייט, וואָס ציט זיך אויף דער וואָר: נאָר איר דויער איז דער „אמתער״ דויער. נו — וו י פ ל געדויערט אַ סעקונדע אויף דער וואָר?

ענטפערן אויף אַזאַ שאלה איז אוממעגלעך, ווי עס איז

---

*) די פולע ציפער זעט אויס אַזוי: 0,000,000,000,000,000,366. איינשטיין פאַרזיכערט, אַז די אינסטרומענטן וואָלטן געקאָנט באַווייזן אַ צייט-חלוק, וואָס איז נאָך הונדערט מאָל קלענער פאַר אָט דער צאָל. פּראָפעסאָר שלעזינגער רעכנט, אַז נאָר אַ פערציקסטן טייל פון אָט דער צייט וואָלט מען געקאָנט מעסטן שאַרף. זע זיין אָפּהאַנדלונג „רוים, צייט און רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע״, 1920, ז. 2. די פיזיק ווייס פון שווינגונגען, וואָס קומען פאָר מיט דער גיכקייט פון בילי-ביליאָנען אין אַ סעקונדע. איך האָב איינשטיינען געפרעגט, צי מוזן מיר דענקען אַ וועלכע עס איז גרענעץ פאַר שווינגונגס-געשווינדקייטן. ער האָט געענטפערט, אַז קיין מאַקסימאַלע שווינגונגס-געשווינדקייט איז אין דער פיזיק נישטאָ.

אוממעגלעך צו דערקלערן אין ווערטער, ווי עס זעט אויס אַ רויטע פאַרב אָדער אַ וועלכע עס איז אַנדער פאַרב. די לענג פון דער צייט אויף דער וואָר ווערט אויך נאָר סוּביעקטיוו אינעווייניק געשפּירט, און עס איז אַ גרויסער טעות, ווען מען מיינט, אַז אונזער מענטשלעכע אינעווייניקסטע אָפּשאַצונג, וויפל עס געדויערט אַ סעקונדע, איז אַן אַבסאָלוטע גרויס און מוז צו־נויפפאַלן מיט דעם אמתן דויער פון אַזאַ צייט־אָפּשניט אין דעם ווירקלעכן וועלט־געשעען.

אויב איך מאַך נישט קיין טעות, איז דער גרויסער רוסיש־דייטשישער געלערנטער קאַרל ערנסט פאָן בער געוועזן דער ערשטער, וואָס האָט נאָך אין די זעכציקער יאָרן פון דעם פאָ־ריקן יאָרהונדערט, איינגעזען און אַרויסגעבראַכט דעם געדאַנק, אַז די מענטשלעכע אָפּשאַצונג פון אַ צייטלעכער לענג איז נישט אַבסאָלוט, נאָר רעלאַטיוו, אָנגעמאָסטן אָן דעם מענטשלעכן אָרגאַניזם און אָן די פיזיאָלאָגישע פּראָצעסן, וואָס קומען אין אים פאָר.

די הויפט־ראָלע שפּילט דערביי די שנעלקייט פון דעם פּולס־שלאָג. וואָס גיכער עס שלאָגט דער פּולס, אַלץ לענגער דוכט זיך אויס די צייט, און פאַרקערט: וואָס לאַנגזאַמער עס שלאָגט דער פּולס, אַלץ קירצער ווערט פאַר אונז די לענג פון דער צייט.

מיט אונזער איצטיקן פּולס־שלאָג קאָנען מיר נישט זען דעם פלי פון אַן אַרויסגעשאָסענער קויל. די צייט פון איר פליען איז פאַר אונז צו קורץ, מיר זאָלן זי קאָנען אויפכאַפּן. וואָלט אָבער אונזער פּולס געשלאָגן טויזנט מאָל שנעלער, איידער איצטער, וואָלטן מיר געקאָנט אויפמערקן טויזנטער שטעלן, וועלכע די קויל לויפט דורך, און מיר וואָלטן געקאָנט זען איר פלי, ווי מיר קאָנען זען איצטער דעם פלי פון אַ פויגל. מיט אַ טויזנט־פאַך פאַרשנעלערטן פּולס וואָלטן מיר אָבער נישט געקאָנט באַ־מערקן די באַוועגונגען פון אַ חיה. אַפילו דער הירש וואָלט זיך באַוועגט פאַר אונז צו לאַנגזאַם. צופיל צייט וואָלט גענומען ביז ער שטעלט איבער אַ פוס פון איין אָרט אויף דעם אַנדערן, מיר

זאָלן עס קאָנען באַמערקן: פונקט ווי מיר באַמערקן איצטער נישט די באַוועגונג פון די שטערן און מיר דאַרפן זי ערשט מאַטעמאַטיש אויסרעכענען.

צוריק: וואָלט אונזער פולס געשלאָגן טויזנט מאָל לאַנגזאַמער איידער איצטער, וואָלט די לענג פון דער צייט פאַר אונז פראָפּאָרציאָנעל פאַרקירצט געוואָרן. אַ יאָר וואָלט געדויערט אַ סך ווייניקער, איידער אַ טאָג. מיר וואָלטן אין איין טאָג געקאָנט דורכלעבן אַלע פיר צייטן פון דעם יאָר. מיר וואָלטן געקאָנט שטיין ביי אַן עפּל־בוים און זען, ווי עס הויבן אָן צו וואַקסן זיינע בלעטער, ווי ער בליט זיך פאַנאַנדער, ווי די עפּל גיסן זיך אָן, ווערן צייטיק און פאַלן אַראָפּ, ווי ער פאַרלירט ווידער זיינע בלעטער און ווערט באַדעקט מיט ווינטערדיקן שניי. דער איצטיקער טאָג און די איצטיקע נאַכט וואָלטן זיך געביטן אַלע מינוט. די זון וואָלט נישט געגאַנגען איבערן הימל, נאָר וואָלט דורכגעפלויגן אים, ווי אַ פאַלנדיקער שטערן *).

ווי דאָס גאַנצע מענטשלעכע וויסן וועגן דער וועלט, איז אויך דעם מענטשנס צייט־וויסן נישט קיין אַבסאָלוטע, נאָר אַ רעלאַטיווע דערקענטעניש, און אַ סך פילאָזאָפישע דענקער האָבן געלערנט, אַז צייט בכלל איז עפּעס אַזוינס, וואָס געפינט זיך נאָר אין אַ מענטשלעכן (אָדער אַן אַנדער מענטש־ענלעכן) באַוווסטזיין, און איז אין דער דרויסנדיקער וועלט גאָר נישט בנמצא.

דאָס אייגענע מוזן מיר אויך זאָגן וועגן דעם רוים, דער אויסגעשפרייטקייט. אויך דאָ זענען דעם מענטשנס פאָרשטעלונגען וועגן „לאַנג" און „קורץ", וועגן „גרויס" און „קליין" זייער רעלאַטיוו. וואָס איז אין זיך „קליין" און אין זיך „גרויס", האָט

---

*) די רעלאַטיוויטעט פון דעם מענטשלעכן צייט־באַוווסטזיין איז אַרויסגעבראַכט און באַוויזן געוואָרן אין אַ סך ערנסטע אַרבעטן וועגן דער דערקענטעניש־טעאָריע. די פאָן־בערשע אָנשויאונג איז פּאָפּולאַריזירט געוואָרן אין רוסיש פון ליעסעוויטשן אין זיינע „בריוו וועגן דער וויסנשאַפטלעכער פילאָזאָפיע" („פּיסמאַ אָ נאַאוטשנאָי פילאָסאָפּיאי"). פּגל. אויך מאָשקאָווסקיס בוך „איינשטיין, אַן אַריינבליק אין זיין געדאַנקען־וועלט", ז. 164—166.

גאָר קיין זין נישט צו פרעגן, דאָס האָט שוין לאַנג געוווּסט. אַ „קליין" הינטל איז אַ גיגאַנט לגבי אַ „גרויסער" מויז, אַ „גרויסער" אַרבעס איז אַ „מאָנעלע" לגבי אַ „קליינעם" קירביס.

און אַזעלכע באַצייכענונגען אונזערע „קליין" און „גרויס", „קורץ" און „לאַנג" ווערן אָנגעווענדט אין פאַרגלייך מיט דער „נאָרמאַלער" גרויס פון זאַכן, וועלכע מיר טרעפן געוויינלעך אָן אין לעבן. אַן אַרבעס די גרויס, ווי אַ ניסל, מאַכט אויף אונז דעם איינדרוק פון „גרויס", ווייל ער איז גרעסער פון די געוויינלעכע אַרבעס, מיט וועלכע מיר זענען באַקאַנט און מיט וועלכע מיר פאַרגלייכן אים אין געדאַנק.

מיר האָבן אָבער אין די איינדרוקן פון „גרויס" און „קליין" אויך אַ סך פאַלן, ווו איין־און־דיזעלביקע לענג פון אַ געוויסער זאַך ווערט אונטער פאַרשיידענע אומשטענדן באַלד פאַרגרעסערט, באַלד פארקלענערט אין אונזער באַוווּסטזיין. אונטער דעם איינפלוס פון פאַרגרעסערונגס־גלעזער אָדער פאַרקלענערונגס־גלעזער ווערט איין־און־דערזעלביקער שטח באַלד פאַנאַנדערגעצויגן, באַלד צונויפגעצויגן. די פאַנאַנדערגעצויגנקייט און צונויפשרומפונג פון אַ וועלכן עס איז שטח קומט אויך פאָר פאַר אונזערע אויגן, ווען אַ זאַך דערנענטערט זיך צו אונז אָדער דערווייטערט זיך פון אונז. ווען איר שטייט אויף דער סטאַציע פון אַן „הויך־באַן" און קוקט אויף דעם וואַגאָן, וואָס באַווייזט זיך ווי אַ קליין קעסטעלע אין דער ווייט, זעט איר, ווי מיט יעדן הרף־עין ווערט זיין פאַרנעם אַלץ מער און מער פאַנאַנדערגעצויגן אין דער לענג און אין דער ברייט. און אַז איר באַגלייט מיט אייער בליק דעם וואַגאָן, וואָס פאַרלאָזט די סטאַציע, באַקומט איר דעם אַנטקעגנגעזעצטן איינדרוק. זיין פאַרנעם ווערט אַלע ווײַלע אַלץ מער צונויפגעצויגן אין דער לענג און אין דער ברייט. זיינע מאָסן ווערן אין אייערע אויגן פאַרקלענערט. און ווען דאָס דערנענטערן־זיך און דאָס דערווייטערן־זיך פון דעם וואַגאָן קומט פאָר מיט אַ גרויסער שנעלקייט, זעט איר בפועל ממש, ווי אַזוי די גרענעץ־ליניעס פון זיין פאַרנעם באַוועגן זיך, לויפן זיך

צונויף אָדער לויפן זיך פאַנאַנדער, אין זייער אויסברייטונג אָדער צונויפשרומפּונג.

בכן האָבן מיר אין אונזער טעגלעכער דערפאַרונג טויזנטער פאַלן, ווו איין-און-דיזעלביקע רוים-מאָס, דער אַרשין אָדער דער קלאַפטער, ווערט אָט גרעסער, אָט קלענער. געוויס פאַרגעסן מיר נישט דערביי, אַז אָט די ענדערונגען אין די רוים-מאָסן זענען נישט קיין נאַטירלעכע און נישט קייןווירקלעכע. די נאַטיר-לעכע, ווירקלעכע לענג פון אַ רוים-מאָס איז נישט די, וואָס מען זעט אין אַ שפּאַקטיוו, אָדער בעת דער פאַרנאָנטונג און פאַר-ווייטונג פון אַ באַוועגלעכער זאַך, נאָר די, וואָס מיר נעמען אויף מיט אונזער אויג אין געוויינלעכע, נאָרמאַלע צושטאַנדן: און נאָר אָט די געוויינלעכע נאָרמאַלע לענג איז פּונקט אַזאַ, ווי זי קומט פאָר אין דער ווירקלעכער וועלט.

אָבער אויך דאָס איז נישט ריכטיק. אין דעם געוויינלעכן, נאָרמאַלן לעבן קאָנען פאָרקומען פאַלן, ווו איין און דיזעלביקע רוים-מאָס פון אַ רוענדיקער זאַך, אויפגענומען מיט נישט באַוואָפנטע אויגן, מאַכט אויף אונז דעם איינדרוק פון קלענער אָדער גרעסער, לויט די באַדינגונגען, אין וועלכע עס קומט פאָר אונזער אָפּשאַ-צונג. פון די פילע פאַלן, וואָס זענען באַקאַנט וועגן דעם ענין, וויל איך ברענגען נאָכאיינעם, וועלכן איך נעם אַרויס פון מיין אייגענער דערפאַרונג, אין דער געוויסהייט, אז אויך אַ סך פון די לייענער האָבן געהאַט די געלעגנהייט דורכצולעבן אַזאַ דערפאַרונג.

אין 1907 בין איך געווען אין דער שטאָט, אין וועלכער איך האָב פאַרלעבט מיינע קינדער-יאָרן. עס האָט זיך מיר פאַר-וואָלט אַריינצובליקן אין די צימערן פון יענער וווינונג, ווו איך בין אומגעלאָפן אַלס קינד. פון יענע צימערן איז באַזונדער פריש געווען אין מיין זכרון דער גרויסער, ברייטער, גרוימער און הויכער זאַל, ווו איך פלעג מיך „קולען" אויפן טעפּיך. ווען איך בין איצטער אַ דערוואַקסענער, נאָך צענדליקער יאָרן, ווידער אַריין אין דעמזעלביקן זאַל, בין איך ממש פאַרפלעפט געוואָרן פון אָנבליק. דאָס איז געווען אַ קליינער, שמאָלער, ענ-

גער און נידעריקער חדר, אין וועלכן איך וואָלט מיך בשום אופן נישט געקאָנט פּאַנאַנדערלויפן, ווי איך פלעג דאָס טאָן אין דער קינדהייט.

געוויס ווייס איך, אַז די „אָביעקטיווע" רוים־אויסמעסטונ־גען פון דעם צימער זענען געבליבן דיזעלביקע. געביטן האָט זיך נאָר מיין סוביעקטיווע פּסיכאָלאָגישע מאָס פון „לאַנג" און „קורץ". אין דער קינדהייט איז יענע מאָס געווען אָנגעפּאַסט צו מיין קליינעם וווקס. די „קלאַפּטערס" האָבן דעריבער אויסגעזען „לאַנג" און „גרויס". אָט די דעמאָלטיקע לענג זייערע האָט געלעבט אין מיין זכרון. איצטער זענען יענע קלאַפּטערס געוואָרן קלענער (אין דעם איינדרוק, וועלכע זיי רופן ביי מיר אַרויס), ווייל איך בין געוואָרן גרעסער. וואָלט איך די גאַנצע צייט גע־לעבט אין יענער וווינונג, וואָלטן אָט די ענדערונגען אין די רוים־מאָסן פאָרגעקומען פּאַמעלעך, רגע נאָך רגע, זיי וואָלטן זיך ביסלעכווייז צונויפגעשרומפּט פּראָפּאָרציאָנעל צו מיין וואַקסן, און איך וואָלט זייערע אונטערשיידן נישט געקאָנט באַמערקן. אָבער אַזוי ווי איך האָב דאָרטן נישט געוווינט זינט צענדליקער יאָרן נאָכאַנאַנד, און איך האָב זיי איצטער אַ מעסט געטאָן מיט מיינע נייע רוים־מאָסן פון אַ דערוואַקסענעם, האָט זיך דער אונטערשייד גענומען וואַרפן אין די אויגן.

אונזער געוויינלעכע אָפּשאַצונג פון רוים־מאָסן אונטער די נאַטירלעכסטע באַדינגונגען האָט דעריבער קיין רעכט נישט צו פּרעטענדירן, אַז זיי שפּיגלען ריכטיק אָפּ די רוים־מאָסן פון דער ווירקלעכער וועלט. דאָס וויל זאָגן, אַז ווען מיר זעען „אין דער ווירקלעכער וועלט" אַ געוויסן שטח, אָדער אַ געוויסן מהלך צווישן צוויי פּונקטן, — צ. ב. צווישן דעם אָנהויב און דעם סוף פון אַ קלאַפּטער־מאָס, — הייסט דאָס נאָך נישט, אַז „אין דער ווירק־לעכער וועלט" האָט אָט דער שטח אָדער אָט דער מהלך דיזעל־ביקע לענג, וואָס מיר זעען אין אים. „אינדערעמתן" קאָן ער זיין טויזנט מאָל גרעסער אָדער טויזנט מאָל קלענער.

אויך דאָס רוים־באַוווסטזיין איז ווי דאָס צייט־באַוווסטזיין אַ רעלאַטיווע זאַך. אין דעם מענטשלעכן באַוווסטזיין האָבן די

רוים-מאָסן איין פאַרנעם, איין אַן אַנדערן מענטש-ענלעכן באַוווּסט-זיין, קאָן זיין, האָבן זיי אַן אַנדערן. עס קאָן אויך נישט באַוויזן ווערן, אַז אַלע מענטשן האָבן איין-און-דעמזעלביקן פאַרנעם-באַוווּסט-זיין. עס קאָן זיין, אַז אייער אַרשין איז די גרויס ווי מיין קלאַפטער, און עס איז נישטאָ קיין איין מיטל, ווי אַזוי מען זאָל קאָנען פאַרגלייכן אונזערע פאַרשיידענע מאָסן און אויסגעפינען זייער אונטערשייד, ווייל פאַר אונז ביידן שטייען די פאַרשיידענע מאָסן אין דערזעלביקער פּראָפּאָרציע איינס צו דעם אַנדערן: סיי פאַר מיר, סיי פאַר אייך קאָנען אין אַ קלאַפטער אויסגעלייגט ווערן נישט מער ווי דריי אַרשין.

עס איז פאַראַן אַ טעאָריע, וואָס לערנט, אַז די הויפּט-זאַך אין דעם רוים-באַוווּסטזיין זענען נישט די גרויסן פון יעדער איינצלנער רוים-אויסגעשפּרייטקייט אין זיך, נאָר די פּראָפּאָר-ציעס, אין וועלכע די אויסגעשפּרייטקייטן געפינען זיך אין אונ-זער וועלט. ווען מיר באַמערקן, אַז אַ זאַך האָט זיך פאַרענדערט אין איר גרויס, קומט דאָס פאָר נישט דערפאַר, וואָס איר גרויס האָט זיך פאַרענדערט, נאָר דערפאַר, וואָס עס האָט זיך איבער-געביטן איר פּראָפּאָרציע צו די איבעריקע גרויסן. מיר זעען, אַז פון אַ קינד איז אויסגעוואַקסן אַ מאַן נאָר דערפאַר, ווייל אַלע אַנדערע זאַכן — און אויך מיר בתוכם — האָבן זיך נישט פאַר-גרעסערט אין דערזעלביקער מאָס. וואָלטן זיי דאָס געטאָן, וואָלטן מיר בשום אופן נישט געקאָנט איינזען דעם איבערבייט.

אויף דעם סמך פון אָט דער טעאָריע, — וואָס קאָן נאָך מיין מיינונג נאָך נישט אָפּגעפרעגט ווערן,—באַהויפּטעט דער באַ-רימטער פראַנצויזישער מאַטעמאַטיקער, נאַטור-פאָרשער און דער-קענטעניש-טעאָרעטיקער פּואַנקאַרע, אַז ווען די גאַנצע וועלט זאָל איבער אַ נאַכט פאַרגרעסערט ווערן אָדער פאַרקלענערט ווערן אויף הונדערט מאָל אין אַלע אירע פּראָפּאָרציעס, אַז ווען אויך מיר און אַלץ וואָס אין אונז קומט פאָר, זאָלן זיך אין שלאָף אומענדערן לויט די נייע רוים-מאָסן, וואָלטן מיר אויף מאָרגן בשום אופן נישט געקאָנט מערקן דעם קאָלאָסאַלן איבערבייט. אויך אויב די גאַנצע וועלט זאָל זיך דעמאָלט האָבן צונויפגע-

שרומפּן צו דער גרויס פון אַן אַרבעס, און אויך מיר, מיט אַלע אונזערע פּראָצעסן, וואָלטן זיך פאַרענדערט אין דערזעלביקער פּראָפּאָרציע, וואָלט אונזער רוים-באַוווסטזיין געבליבן דאָסזעלבי-קע, ד. ה., מיר וואָלטן מיט אונזערע מיקראָסקאָפּישע אויגעלעך געזען דעם מיקראָסקאָפּישן „קלאָפּטער״ אין דערזעלביקער גרויס, אין וועלכער מיר זעען אים איצטער.

פּואַנקאַרע גייט נאָך ווייטער. ער באַהויפּטעט, אַז אויב די גאַנצע טבע פון דער רוימלעכקייט וואָלט געווען באַשאַפן אַזוי, אַז אַ ליניע, געצויגן פון מזרח צו מערב, זאָל זיין גרעסער אָדער קלענער, איידער דיזעלביקע ליניע, געצויגן פון צפון צו דרום, וואָלטן מיר דאָס בשום אופן נישט געקאָנט באַמערקן און נישט געקאָנט קאָנסטאַטירן דעם אונטערשייד, ווייל דער מאָסשטאַב, מיט וועלכן מיר וואָלטן געדאַרפט קאָנסטאַטירן דעם אונטערשייד, וואָלט אויך פּראָפּאָרציאָנעל געביטן זיין לענג מיט זיין געענדערטער לאַגע אין דעם רוים. עס איז דעריבער מעגלעך, אַז ווען מיר ציען אויס אונזער האַנט פון מזרח צו מערב, זאָל איר לענג זיין אַ קירצערע אָדער לענגערע, איידער ווען מיר ציען דיזעלביקע האַנט אויס פון צפון צו דרום.

רוימלעכקייט און צייטלעכקייט זענען לויט אָט דעם גע-דאַנק אַקוראַט אַזוי רעלאַטיוו, ווי אַלע אַנדערע עמפּינדונגען, וועלכע מיר באַקומען פון די פיזיקאַלישע פּראָצעסן. נעמען מיר צ. ב. די עמפּינדונג פון וואַרעם און קאַלט. אויך זיי האָבן נישט קיין אַבסאָלוטן כאַראַקטער, נאָר אַ רעלאַטיוון. מאַכט אַזאַ עקספּערימענט. האַלט אַ געוויסע צייט איין האַנט אין וואַרעם וואַסער און די אַנדערע האַנט אין קאַלט וואַסער. דעמאָלט ווייסט איר „אַבסאָלוט״, אַז דאָס וואַסער אין איין שיסל איז וואַרעם און דאָס פון דעם אַנדערן שיסל איז קאַלט. אָבער נעמט איצטער אַרויסביידע הענט און לייגט זיי אַריין אין אַ שיסל מיט לעבלעכן וואַסער. איז אָט דאָס פריש וואַסער ווארעם אָדער קאַלט ? די האַנט, וואָס איז פריער געווען אין דעם וואַרעמען וואַסער, וועט אייך ענטפערן: „קאַלט!״ און די האַנט, וואָס איז געווען אין דעם קאַלטן וואַסער וועט אייך זאָגן: „וואַרעם!״

די ענדערונגען פון וואַרעם און קאַלט קאָנען אָבער אויסגעמאָסטן ווערן מיט עפּעס אַזוינס, וואָס איז נישט וואַרעם און נישט קאַלט: די פאַנאַנדערציאונג און צונויפשרומפּונג פון אַ קוועקזילבער־וויל אין אַ טערמאָמעטער, ד. ה. מיט רוימלעכע מאָסן. די פאַנאַנדערציאונג און צונויפשרומפּונג פון רוימלעכקייטן און צייט־לעכקייטן קאָנען לײדער מיט קיין זאַך נישט געמאָסטן ווערן דירעקט. זיי קאָנען, אויב זיי קומען פאָר, נאָר אויסגעפונען ווערן, ווי אַ נויטווענדיקער לאָגישער שלוס פון געוויסע מעסטונגען, אויף אַן אומדירעקטן אופן, דורך מאַטעמאַטישע אויסרעכענונגען.

דער ציל פון אַלע אונזערע ביזאַהעריקע באַטראַכטונגען איז, האָפנטלעך, קלאָר דעם לייענער. אויב ער האָט זיך טיפער אַריינגעטראַכט אין דעם, וואָס מיר האָבן ביז אַהער געזאָגט, מוז אים ווערן קלאָר, אַז ווען מיר רעדן וועגן דעם סוביעקטיוון, פּסיכאָלאָגישן רוים־באַוווסטזיין און צייט־באַוווסטזיין, איז גאָר־נישט שווער זיך פאָרצושטעלן, אַז אַ קלאַפּטער זאָל אין איין פאַל פאַרנעמען אַ לענגערן רוים (אין אונזער באַוווסטזיין) און אין דעם אַנדערן פאַל אַ קירצערן. און דאָס אייגענע מיט דער צייט. עס איז פונקט אַזוי גרינג זיך משער צו זיין, אַז איין מינוט זאָל אין איין פאַל דויערן מער, אין דעם אַנדערן פאַל דויערן ווייניקער... אין אונזער אינעווייניקסטן באַוווסטזיין!

די שוועריקייט פון אַזאַ פאָרשטעלונג הויבט זיך ערשט אָן דעמאָלט, ווען מיר הויבן אָן טראַכטן וועגן די רוימלעכקייטן און צייטלעכקייטן אין דערווירקלעכער וועלט, וואָס עקזיסטירן מחוץ פון אונזער אינעווייניקסטן באַוווסטזיין!

אָבער פאַרוואָס זאָל אונז זיין שווער זיך משער צו זיין, אַז די רוימלעכקייטן און צייטלעכקייטן פון דער ווירקלעכער וועלט קאָנען אַקוראַט אַזוי גוט צונויפגעצויגן ווערן און פאַנאַנ־דערגעצויגן ווערן, ווי זיי טוען דאָס אין אונזער אינעווייניקסטן באַוווסטזיין?

די שוועריקייט פון אַזאַ פאָרשטעלונג שטאַמט דערפון, וואָס שטויסט זיך פיינטלעך צונויף מיט דער טבע פון אונזערע קענענדיקע כּוחות, וואָס מוזן, ווען מיר טראַכטן וועגן רוים

און צייט אין דער וועלט, אַרויסברענגען אַ פאָרשטעלונג, אַז ס׳איז דאָ איין-איינציקער וועלטן-רוים און איין-איינציקע וועלטן-צייט, אַז ביידע זענען זיי, לויט זייער אינעווייניקסטער טבע, ליידיק, און אַז אַ ליידיקייט קאָן, פאַרשטייט זיך, נישט צונויפגעצויגן ווערן און נישט פאַנאַנדערגעצויגן ווערן. אַלע זאַכן און פאַסירונגען, וואָס פילן אָן דעם רוים און פילן אויס די צייט, קאָנען זיך צונויפשרומפן אָדער זיך פאַנאַנדערציען. דער ליידיקער רוים גופא און די ליידיקע צייט גופא קאָנען, שוין מחמת זייער ליידיקייט אַליין, דאָס נישט טאָן.

איינשטיין האַלט נישט פון דעם געדאַנק, אַז די פאָרשטעלונג פון אַן איינהייטלעכן ליידיקן וועלטן-רוים און אַן איינהייטלעכער ליידיקער, אָדער „ריינער״, וועלטן-צייט איז איינגעקריצט אין די פסיכאָ-פיזיאָלאָגישע באַדינגונגען פון דער מענטשלעכער דערקענטעניש. ער גלויבט, אַז אונזערע פאָרשטעלונגען פון רוים און צייט שטאַמען פון דער דערפאַרונג און קאָנען דעריבער געענדערט ווערן מיט דער דערפאַרונג. די אַלטע פאָרשטעלונגען וועגן רוים און צייט זענען נישט קיין „אַ פריאָרישער מוז״ פאַר דער מענטשלעכער דערקענטעניש. זיי זענען נישט מער ווי אַ הרגל, אַ געדאַנק-געוווינטקייט, פון וועלכער מען קאָן זיך אָפגעוווינען. מיר קאָנען זיך זייער גרינג איינגעוווינען צו דענקען, אַז נישט די זאַכן און די פאַסירונגען קומען פאָר אין אַ ליידיקן וועלטן-רוים און אין אַ ליידיקער וועלטן-צייט, נאָר אַז די אינאיינעם צונויפגעגאָסענע רוים-צייטלעכקייט געפינט זיך אין יעדער זאַך-פאַסירונג, און אַז די קלאַפטער-מינוט פון איין זאַך-פאַסירונג זאָל זיין גרעסער אָדער קלענער פון אַ קלאַפטער-מינוט אין אַן אַנדערער זאַך-פאַסירונג.

די הויפּטזאַך אָבער אין איינשטיינס לערע איז נישט דער איינבליק, אַז דאָס קאָן געמאָלט זיין, — דאָס האָבן אַ סך און אַ סך דענקער צוגעגעבן נאָך לאַנג פאַר איינשטיינען. די הויפּטזאַך איז, וואָס מיר מוזן אַריינפירן אָט די נייע מעגלעכע פאָרשטעלונג אין דער פיזיקאַלישער וויסנשאַפט, ווייל אַז נישט, פאַרלירט זי איר איינהייטלעכקייט און ווערט פול מיט אינעווײ-

ניקסטע סתירות. ערשט ווען זי ווערט געבויט אָט אויף דער נייער פאָרשטעלונג, קאָנען מיר פאַרענטפערן אַלע אירע איצטיקע סתירות און ווידער אויפבויען איר האַרמאָנישע איינהייטלעכקייט.

וואָס אַזוינס אָבער האָט זיך פאַרלאָפן אין דער פיזיקאַלישער וויסנשאַפט, וואָס האָט געצווונגען איינשטיינען צו מאַכן אַזאַ ריזיקאַלישן שריט און צו רעוואָלוציאָנירן אַלע אירע גרונט יסודות?

ווען איך וואָלט דאָס געדאַרפט דערקלערן על רגל אחת, כדי צו געבן אַ פאָרלויפיקן באַגריף פון דער זאַך, — אין אירע גראָבסטע אומריסן, — וואָלט איך די גאַנצע מעשה דערציילט אויף אַזאַ שטייגער.

אַ געלערנטער האָט געקוקט אין אַ שפעלטעלע און האָט דערוואַרט צו זען פינסטערקייט, ערשט ער האָט גאָר דערזען ליכטיקייט. איז דער גאַנצער וויסנשאַפט פינסטער געוואָרן אין די אויגן. ווייל ווען מען האָט גענומען אויסחשבונען, וואָס דאָ איז אַזוינס פאָרגעקומען, האָט זיך אַרויסגעשטעלט, אַז ווען מען צעטיילט די צאָל פיר אויף צוויי קלאַפטער, קומט אויס נישט צו צוויי אויף יעדן קלאַפטער, נאָר צו צוויי מיט אַ פערטל. מיט אַנדערע ווערטער הייסט עס, אַז צוויי מאָל צוויי איז נישט פיר.

האָט מען זיך געבראָכן די קעפ און נישט געקאָנט פאַרשטיין, וואָס דאָ קומט פאָר. ביז עס איז געקומען אַ גרויסער רעוואָלוציאָנערער קאָפ און וויסנשאַפטסמאַן, אַנטאָן העדריק לאָרענץ, פון האָלאַנד, און האָט זיך אַ זאָג געטאָן: אין דער צאָל פיר קאָנען מיר גאָרנישט נישט פאַרענדערן. מען קאָן זי נישט צוטיילן, מען קאָן זי נישט פאַנאַנדערציען. אין די אַריטמעטישע פראָצעסן קאָנען מיר אויך גאָרנישט נישט איבערבייטן. צוויי מאָל צוויי איז פיר, און פיר געטיילט אויף צוויי איז צוויי. בלייבט פאַר אונז קיין אַנדער ברירה נישט: מיר מוזן זיך אַ נעם טאָן פאַר די קלאַפטערס פון אָט דער ווונדערלעכער זאַך־פאַסירונג. מיר מוזן אָננעמען, אַז אין אָט דער ווונדערלעכער פאַסירונג — און אין נאָך אַזעלכע פון דעמזעלבן מין — ווערן

די קלאַפּטערס קלענערע, ממילא קומט אויס אויף יעדן פון צוויי קלאַפּטערס צו מער איידער צוויי און דער חשבון שטימט.

האָט אָט דער געדאַנק אויפגערודערט איינשטיינס נשמה: ער האָט זיך נישט געקאָנט אויסאיינען מיט דער פאָרשטעלונג, אַז עס קאָנען זיין וווּנדערלעכע פּאַסירונגען אין דער נאַטור, פאַר וועלכע מען דאַרף צוטראַכטן אַ גאַנצע נייע פיזיק מיט גאַנץ נייע רוים־און־צייט־אייגנשאַפטן, וואָס שטימען נישט איין מיט דער געוויינלעכער פיזיק. איינשטיין פלעגט חדשים־לאַנג זיך אָפּ־פלאָגן מיט דעם געדאַנק: „וואָס שטעקט דאָ אַזוינס? שטעקט דאָ בכלל עפּעס וואָס?*)" עס מוז געפונען ווערן אַ וועג, ווי אַזוי צו פאָרמולירן די געזעצן פון דער פיזיק אויף אַזאַ איינ־הייטלעכן אופן, אַז זיי זאָלן קאָנען אין אַ גלייכן זין אָנגעווענדט ווערן אי אויף די וואָכעדיקע פּאַסירונגען, אי אויף די יום־טוב־דיקע, און קיין פּאַסירונג זאָל נישט קאָנען גיין להיפּך צו זיי. מען דאַרף זיך אַ נעם טאָן נישט נאָר פאַר די קלאַפּטערס, נאָר אויך פאַר די מינוטן, און נישט נאָר אין אַזעלכע אויסנאַמס־פאַלן: אונזער גאַנצע אָנשויאונג וועגן רוימלעכקייט און צייטלעכ־קייט מוז רעווידירט ווערן!

און דער רעזולטאַט פון זיין וווּנדערלעכער אַרבעט איז געווען, אַז ער האָט אָפּגעשאַפט אין דער פיזיק די אַלטע פאָר־שטעלונג פון דעם אַבסאָלוטן רוים און דער אַבסאָלוטער צייט, אַז ער האָט אירע פאָרשטעלונגען פאַרביטן אויף רעלאַטיווע רוי־מען און רעלאַטיווע צייטן און האָט אויסגעפונען אַן אַלגעמיין געזעץ, וואָס דערקלערט אונז, ווען און אונטער וועלכע באַדינ־גונגען אַ רוים־צייטלעכקייט פון איין זאַך־פּאַסירונג מוז ווערן קלענער אָדער גרעסער, ווען אַ צוקוקער פאַרגלייכט זי מיט דער רוים־צייטלעכקייט פון אַן אַנדערער זאַך־פּאַסירונג.

און איצטער מוזן מיר אַ ביסל נענטער באַקאַנט ווערן

---

*) דאָס האָט ער אַליין דערציילט דר. לעמעלן. זע לעמעלס בוך: די גרונדלאַגען דער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע, 1921, ז. 72.

מיט דער גאַנצער מעשה, אויף וויפל דאָס איז נויטיק כדי צו פאַרשטיין איינשטיינס געדאַנקען.

קודם כל דאַרפן מיר קלאָר ווערן אין אַן אַלגעמיינעם פיזיקאַלישן געזעץ, אין וועלכן צוויי מאָל צוויי איז נאָך אַלעמאָל געווען פיר, און וואָס טראָגט אויך דעם נאָמען פון רעלאַטיוויטעט. עס רופט זיך אָבער „רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ" און נישט „רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע".

אָט דער רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ האָט שוין פון לאַנג אָן געלערנט, אַז מען קאָן פיזיקאַליש נישט אויסגעפינען קיין נפקא מיניה צווישן רו און אַזאַ באַוועגונג, וואָס קומט פאָר אין אַ גלייכער ליניע און ווערט נישט פאַרשנעלערט אָדער פאַרלאַנגזאַמט אין איר לויף. ווען מיר פאָרן אויף אַ רואיקן דאַמפער אַראָפּ וואַסער אין אַ שטראָם און מיר שפילן דאָרטן אין ביליאַרד, באַנעמען זיך די ביליאַרד־קייקלען, פונקט ווי דאָס שיף וואָלט געשטאַנען אויף איין אָרט. אַ קייקל, וואָס ווערט געשיקט אויף דעם ביליאַרד־טיש אין דער ריכטונג אַנטקעגן דעם שטראָם־לויף קייקלט זיך מיט דערזעלביקער געשווינדקייט, ווי ווען מיר שיקן עס אין דער ריכטונג, אין וועלכער דאָס שיף באַוועגט זיך. לאָמיר זאָגן, אַז אין ביידע פאַלן באַוועגט עס זיך מיט דער געשווינדקייט פון צוויי קלאַפטער אין אַ סעקונדע. אָבער אָט די גלייכקייט פון געשווינדקייט איז נאָר אַ רעלאַטיווע, ד. ה., נאָר אין רעלאַציע צו דעם רוענדיקן טיש אויף דעם באַוועגטן שיף. פאַרגלייכט מען אָבער יענע געשווינדקייטן נישט אין רעלאַציע צו דעם רוענדיקן טיש, וואָס באַוועגט זיך אינאיינעם מיט דעם שיף, נאָר אין רעלאַציע צו דעם רוענדיקן ברעג, פאַרביי וועלכן דאָס שיף שווימט, זעען מיר באַלד איין, אַז אָט די געשווינדקייט קאָן נישט זיין קיין גלייכע. דאָס קייקל, וואָס ווערט געשיקט אין דער ריכטונג פון דעם שטראָם באַוועגט זיך ערשטנס מיט איר אייגענער שנעלקייט פון צוויי קלאַפטער־סעקונדן און צווייטנס מיט דער שנעלקייט פון דעם שיף, — לאָמיר זאָגן, פון איין קלאַפטער אין אַ סעקונדע, — וואָס מען מוז צוגעבן צו איר אייגענער שנעלקייט, ד. ה. אינאיינעם: מיט דער שנעלקייט פון

דריי קלאַפּטער־סעקונדן. דאָס קייקל אָבער, וואָס ווערט געשיקט אויפן ביליאַרד־טיש אַנטקעגן דעם שטראָם, האָט, אמת, אויך זיין אייגענע געשווינדקייט פון צוויי קלאַפּטער־סעקונדן, אָבער אין דערזעלביקער צייט ציט אים די באַוועגונג פון דעם שיף צוריק מיט דער שנעלקייט פון איין קלאַפּטער־סעקונדע. אָט די קלאַפּטער־סעקונדע דאַרף אַראָפּגערעכנט ווערן פון זיין אייגענער שנעלקייט. הייסט עס, אַז אין פאַרגלייך צו דעם רוענדיקן ברעג וועט דאָס ערשטע קייקל זיך באַוועגן מיט דער געשווינדקייט פון דריי קלאַפּטער־סעקונדן און דאָס צווייטע מיט דער געשווינדקייט פון איין קלאַפּטער־סעקונדע, ווען אַפילו ביידע קייקלעך האָבן, אין רעלאַציע צו דעם רוענדיקן טיש, די גלייכע געשווינדקייט פון צוויי קלאַפּטער־סעקונדן.

לאָמיר נעמען נאָך אַ ביישפּיל פון דערזעלביקער אַרט, כּדי אַז דער זייער וויכטיקער ענין זאָל זיך נאָך טיפער אַריינקריצן אין אונזער באַוווסטזיין.

אַ שיף מיט אַן עלעקטרישן מאָטאָר באַוועגט זיך מיט דער געשווינדקייט, לאָמיר זאָגן, פון דריי קלאַפּטער אַ סעקונדע אין אַן אַבסאָלוט רואיקן וואַסער. מיט וואָס פאַר אַ געשווינדקייט וועט עס זיך באַוועגן אין אַ שטראָם, וואָס פליסט מיט דער שנעלקייט פון איין קלאַפּטער אַ סעקונדע? עס איז קלאָר, אַז אַראָפּ־וואַסער וועט עס זיך באַוועגן שנעלער, איידער אַרויף־וואַסער. אין ערשטן פאַל וועט זיין געשווינדקייט זיין גלייך צו זיין אייגענער געשווינדקייט (דריי קלאַפּטער־סעקונדן) **פּלוס** דער שטראָם־געשווינדקייט (איין קלאַפּטער־סעקונדע); בסך הכּל: פיר קלאַפּטער־סעקונדן. אין צווייטן פאַל וועט זיין געשווינדקייט זיין גלייך צו זיין אייגענער געשווינדקייט **מינוס** דער שטראָם־געשווינדקייט: אין רעזולטאַט: צוויי קלאַפּטער־סעקונדן.

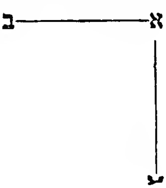
דאָס אַלגעמיינע געזעץ פאַר אַזעלכע פאַלן איז, אַז די געשווינדקייטן חבורן זיך, ווען זיי גייען אין איין־און־דער־זעלביקער ריכטונג, און חסורן זיך, ווען זיי גייען אין אַן אַנט־קעגנדיקער ריכטונג.

אָבער אַזאַ זאַך קומט פאָר אויך מיט אַלע נאַטור-קרעפטן אין אַ ר ו ע נ ד י ק ן קערפער אָדער קערפער-סיסטעם.

דאָס אַלגעמיינע געזעץ פאַר די באַוועגטע סיסטעמען אין רעלאַציע צו די רוענדיקע קאָן פאָרמולירט ווערן אַזוי: ווען אַ וועלכע-עס-איז זאַך, אָדער סיסטעם פון זאַכן, באַוועגט זיך אין אַ גלייכער ליניע און גלייכפאָרמיק (ד. ה. אָן אַ פאַרשנעלערונג אָדער פאַרלאַנגזאַמונג) אין רעלאַציע צו אַ רוענדיקער זאַך — אָדער סיסטעם פון זאַכן — שפילן זיך אָפּ אין דער באַוועגטער זאַך די פיזיקאַלישע דערשיינונגען פונקט נאָך דיזעלביקע נאַטור-געזעצן, וואָס הערשן אין דער רוענדיקער זאַך, אָדער, ווי איינשטיין פאָרמולירט אָט די פעראַלגעמיינערונג אין אַ וויסנשאַפטלעך-מאַטעמאַטישן לשון: „איז קאַ-שטריך אַ קאָאָרדינאַטן-סיסטעם, וואָס באַוועגט זיך גלייכפאָרמיק און דרייאונגס-פריי אין רעלאַציע צו קאַ, דעמאָלט פאַרלויפט דאָס נאַטור-געשעען אין רעלאַציע צו קאַ-שטריך לויט פונקט דיזעלביקע אַלגעמיינע געזעצן, ווי אין רעלאַציע צו קאַ. אָט דעם כּלל רופן מיר אָן „רעלאַטיוויטעטס-פרינציפּ" (אין דעם ענגערן זין)".

אויף דעם סמך פון אָט דעם אַלט-באַקאַנטן רעלאַטיוויטעטס-פרינציפּ האָט מען אויסגערעכנט אַן אינטערעסאַנטן מאַטעמאַטישןביישפּיל, וואָס וועט אונז באַלד זייער צונוץ קומען.

אין אַ שטיל-שטייענדיקן וואַסער זענען אויסגעשטעלט דריי מאָטאָר-שיפלעך אין אַ גראָדווינקלדיקן, גלייכוועטלדיקן דריי-עק, ווי אַ דלת: שיף „א", שיף „ב", שיף „ג".



דער מהלך צווישן „א" און „ב", איז דערזעלביקער, וואָס צווישן „א" און „ג": הונדערט קלאַפטער. מיר פאַרבינדן זיי מיט

אייזערנע שטאַנגען אַזוי, אַז קיין שיף זאָל זיך נישט קאָנען בא־וועגן אָן דעם אַנדערן.

פון דעם שיף „א" לאָזן זיך צוויי שווימערס אין דער־זעלביקער צייט שווימען, איינער אין דער לענג, פון רעכטס צו לינקס, צום „ב", דער אַנדערער אין דער ברייט, צום „ג". זיי דאַרפן צושווימען צו זייערע שיפן און זיך תיכף אומקערן צוריק. אָנגענומען זאָל זיין, אַז די געשווינדקייט פון זייער שווימען איז פיר קלאַפטער אין אַ סעקונדע.

עס איז קלאָר, אַז אויב זיי וועלן אַרויסשווימען אין איין צייט, וועלן זיי זיך ביידע אומקערן אין דערזעלביקער צייט אין דאָס גאַנצע שווימען הין און צוריק וועט פאַרנעמען פופציק (50) סעקונדן.

לאָמיר איצטער אָננעמען, אַז דער גאַנצער דלת מיט די דריי שיפלעך האָט זיך גענומען באַוועגן פון רעכטס צו לינקס מיט דער געשווינדקייט פון אַ קלאַפטער אין אַ סעקונדע. אויב די צוויי שווימער וועלן איצטער דאַרפן מאַכן דעמזעלביקן עקספע־רימענט: וועלן זיי קומען צוריק אין דערזעלביקער צייט אָדער נישט? אויב נישט, ווער וועט קומען פריער און אויף וויפל פרי־ער, איידער דער אַנדערער?

די הקירה איז אַזאַ:

דער ערשטער שווימער, וואָס שווימט אין דער לענג, דאַרף צושווימען צו „ב", אָבער דער „ב" שווימט פון אים אַוועק. הייסט עס, אַז ער וועט דאַרפן מער צייט כדי צוצושווימען צו אים. מיט אַנדערע ווערטער הייסט עס, אַז זיין רעלאַטיווע גע־שווינדקייט צו „ב" וועט זיך פאַרקלענערן. זי וועט זיין גלייך צו זיין אייגענער געשווינדקייט מינוס די געשווינדקייט פון דעם שיף. דערפאַר אָבער ווען ער שווימט צוריק, וועט דער שיף „א" קומען אים אַנטקעגן. זיין געשווינדקייט רעלאַטיוו צו אים וועט זיך פאַרגרעסערן. זי וועט זיין גלייך צו זיין אייגענער געשווינדקייט פלוס דער שיף־געשווינדקייט. מאַכט מען דעם חשבון, געפינט מען, אַז זיין שווימען אַהין און צוריק וועט

פאַרנעמען נישט קיין 50 סעקונדן, נאָר דריי און פופציק און אַ דריטל סעקונדע (53 $^1/_3$).

מיט דעם צווייטן שווימער איז אַ ביסל אַן אַנדער פאַל. בעת ער שווימט אין דער ברייט צו דעם „ג‟, רוקט זיך יענער אָוועק פון רעכטס צו לינקס, דאַרף ער שווימען צו אים אין דער קרים. און צוריק האָט ער פונקט דעמזעלבן עסק. מאַכט מען זיין חשבון, געפינט מען, אַז ער- דער צווייטער שווימער, וועט זיך אומקערן פריער, ווייל זיין טאָפּלטער וועג וועט פאַר- נעמען ביי אים נישט מער ווי איין און פופציק און פיר און זעכציק הונדערטל סעקונדע *).

ווי וואָלט אָבער געווען, אַז אויך אין דעם צווייטן פאַל וואָלטן ביידע שווימער, וואָס זענען ביידע געבליבן טריי צו די באַדינגונגען פון דעם עקספּערימענט, געקומען צוריק אין איין- און-דערזעלביקער צייט, אין 50 סעקונדן, פונקט ווי פריער, ווען די שיפלעך זענען געווען אין רו? וואָס וואָלטן מיר געמוזט דענקען דערביי? מיר וואָלטן נישט געהאַט קיין אַנדער ברירה, סיידן אָנצונעמען, אַז דאָס גאַנצע וואַסער אַרום די שיפלעך, אין וועלכן די שווימערס זענען געשווו- מען, האָט זיך באַוועגט אינאיינעם מיט די שיפ- לעך מיט דערזעלביקער געשווינדקייט ווי זיי. אויב צ. ב., די שיפלעך וואָלטן געשטאַנען אין אַ גרויסער מקוה, און נישט זיי וואָלטן זיך באַוועגט, נאָר די מקוה מיט זיי, און מיט דעם וואַסער אַרום זיי, וואָלט דער גלייכצייטיקער צוריקקער פון די שווימערס געשטימט מיט דעם גרונט-געזעץ פון דעם רעלאַטיוויטעטס-פּרינציפּ. דאָס וואָלט געווען דערזעלביקער פאַל, ווי מיט די שווימערס אין אַ וואַסער-באַסיין, וואָס איז איינגע- בויט אין אַ פאָרנדיקן שיף.

פונקט אַזאַ עקספּערימענט, ווי מיט די שיפלעך און מיט

---

*) דער גאַנצער חשבון געפינט זיך אויסגעפירט אין דר. רודאָלף לעמעלס בוך: „די גרונדלאַגען דער רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע,‟ 1921, ז. 150-153.

די שווימערס, האָבן די אַמעריקאַנער פאָרשער, מיכעלסאָן און מאָרלי, אויסגעפירט אין 1881 מיט זון-שטראַלן און דער ערד, כּדי אויסצוגעפינען, וואָס עס טוט זיך מיט דעם וועלט-עטער, בעת די ערד באַוועגט זיך אין אים אַרום איר אַקס.

ווי באַקאַנט, האָט די ביזאַהעריקע פיזיק אָנגענומען, אַז די גאַנצע וועלט איז אָנגעפילט מיט אַזאַ זייער פיינעם שטאָף עטער, וואָס איז דינער איידער דער דינסטער גאַז, און וואָס אין דער-זעלביקער צייט איז ער האַרטער איידער דער האַרטסטער שטיין, ווייל ער לאָזט זיך בשום אופן נישט צונויפדריקן. ער דרינגט דורך אַלץ, וואָס עס עקזיסטירט אויף דער וועלט און איז פאַראַן אין יעדער פיזישער מאַטעריע. די ליכט-דערשיינונגען, האָט מען גע-גלויבט, זענען נישט קיין אַנדער זאַך, ווי די געוויסע וואַלן-באַ-וועגונגען, וואָס קומען פאָר אין דעמזעלביקן וועלט-עטער.

אויב אַזאַ וועלט-עטער איז דאָ, מוז מען אָננעמען, אַז, ווען די ערד באַוועגט זיך אין אים אַרום איר אַקס מיט דער געשווינד-קייט פון דרייסיק קילאָמעטער אַ סעקונדע, מוז דערביי, לויט דעם רעלאַטיוויטעטס-פּרינציפּ, אַלץ פאָרקומען אַזוי, ווי דער עטער וואָלט זיך באַוועגט מיט דערזעלביקער געשווינדקייט פון דריי-סיק קילאָמעטער אַ סעקונדע, ד. ה., מיט דער געשווינדקייט פון אַ שטורעם אַרום דער ערד. עס איז פונקט, ווי מיט אַן אויטאָ-מאָביל, וואָס פאָרט זייער שנעל אין אַ ווינט-פרייען טאָג. זיין שנעל פאָרן רופט אַרויס אין דער לופט אַ רעלאַטיווען ווינט, ד. ה. אַ „שיינבאַרן" ווינט, וואָס ווירקט פונקט אַזוי, ווי דער אויטאָמאָביל וואָלט געשטאַנען שטיל און אויף אונז וואָלט גע-בלאָזן אַן „אמתער" ווינט.

כּדי אויסצוגעפינען, צי די ערד רופט אַרויס אין איר באַוועגונג אַ רעלאַטיוון עטער-שטורעם פון דרייסיק קילאָמעטער-סעקונדן, האָבן מיכעלסאָן און מאָרלי געמאַכט אַזאַ עקספּערימענט.

זיי האָבן געלאָזן אַ רויטן ליכט-שטראַל פאַלן אויף אַזאַ שפּיגל, וואָס האָט אים פאַנאַנדערגעשפּאָלטן אין צוויי און איין טייל אַוועקגעשיקט אין דער ריכטונג פון דער ערד-באַוועגונג (פון מערב צו מזרח), און דעם אַנדערן שטראַל אין דער ריכטונג

פון דרום צו צפון. ביידע שטראַלן האָבן זיך אָנגעשטויסן אָן רעפלעקטיר-שפּיגלען, וואָס האָבן זיי תּיכף צוריקגעוואָרפן צו דעם שפּיגל, פון וועלכן זיי זענען אַרויסגעשיקט געוואָרן.

עס איז קלאָר, אַז מיר האָבן דערביי פּונקט דיזעלביקע באַדינגונגען, וואָס אין דעם עקספּערימענט מיט די שיפלעך. די שטראַלן זענען די שווימערס, די דריי שפּיגלען זענען די דריי שיפלעך. דער עטער איז דאָס שטילשטייענדיקע וואַסער. אַזוי ווי די ערד באַוועגט זיך, וועט דער שטראַל וואָס „שווימט" פון מערב צו מזרח זיך מוזן אומקערן צוריק שפּעטער, איידער דער שטראַל וואָס „שווימט" פון דרום צו צפון, ווי מיר האָבן דאָס געזען אויבן אין דעם פאַל מיט די שיפלעך.

אויף וויפל שפּעטער? דער חלוק האָט לויט דער אויסרעכענונג געדאַרפט באַשטיין אין יענער פאַנטאַסטישער צאָל, וואָס מיר האָבן אויבן געבראַכט: נישט גענויע דריי הונדערט און זעקס און זעכציק מילי-ביליאָנטלס פון אַ סעקונדע. דאָס מוז פירן דערצו, אַז דער שנעלערער שטראַל זאָל האָבן אַ פאָרשפּרונג איבער דעם פאַרלאַנגזאַמטן אויף אַ מהלך, וואָס איז אַזוי די גרויס, ווי גאַנצע צוויי ביליאָנטל פון אַ צענטימעטער!

אַ זונען-שטראַל איז אָבער אַ וואַלן-באַוועגונג, וואָס גייט, ווי די וואַלן אין אַ ים, אין בערגלעך און טאָלן. פאַר אַ רויטן שטראַל איז אָט דער מהלך פון צוויי ביליאָנטל פון אַ צענטימעטער, אַזוי די גרויס, ווי אַן ערך אַ העלפט פון דער לענג פון זיינעם אַ וואַל. אויב ער זאָל אָניאָגן אַן אַנדערן רויטן שטראַל אין אַזעלכע באַדינגונגען, מוזן זיינע בערגלעך פאַרשטאָפּן די טאָלן און אויף אַזאַ אופן אויסלעשן אי זיך, אי דעם שטראַל.

ממילא וואָלטן די צוויי אַרויסגעשיקטע שטראַלן זיך געדאַרפט אומקערן צו דעם שפּיגל אין אַ צושטאַנד פון פינסטערניש. אָט דאָס האָט מיכעלסאָן דערוואַרט צו זען אין זיין עקספּערימענט. אָנשטאָט דעם האָבן ביידע שטראַלן געלויכטן, אָן עין הרע, ווי די זון... האָט מען געמוזט דערפון אַרויסברענגען דעם פּועל-יוצא, אַז זיי זענען ביידע געשווומען אין אַ רואיקן עטער. דער פּראָצעס איז פאָרגעקומען אַזוי, פּונקט

ווי אַרום דער ערד וואָלט געווען אַ גרויסע עטער-מקוה, וואָס דרייט זיך אינאיינעם מיט דער ערד אַרום דער ערד-אַקס און אין וועלכער די ערד רוט.

דאָס וואָלט נישט געווען קיין גרויסער אומגליק. שוין דעקאַרט האָט אַמאָל פאָרגעשלאָגן אַן ענלעכן געדאַנק, כדי אויסצואיינען דעם רעליגיעזן גלויבן, אַז די ערד רוט, מיט דער קאָפּערניקאַנישער וויסנשאַפט, וואָס פאָדערט די באַוועגונג פון דער ערד. איז אָבער די צרה, וואָס דאָס שטימט נישט מיט אַלע אַנדערע עקספּערימענטן און אויסרעכענונגען, וואָס זענען געמאַכט געוואָרן מיט דער אויסשפּרייטונג פון ליכט אין אַ ליידיקן חלל, ד. ה., ווי מען האָט געגלויבט, אין דעם ריינעם עטער.

עס האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז אַזעלכע עטער-מקוהס זענען אינערגעץ נישטאָ אין דעם וועלטן-רוים, נישט אַרום דער ערד, נישט אַרום דער זון, נישט אַרום אַ וועלכן עס איז אַנדערן שטערן און פּלאַנעט. פון דער אַנדערער זייט האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז אַ ליכט-שטראַל, אַלץ איינס פון וואָס פאַר אַ פאַרב ער זאָל נישט זיין און אַלץ איינס, צי ער קומט פון אַ קוואַל, וואָס איז אין רו, צי ער קומט פון אַ קוואַל, וואָס באַוועגט זיך, האָט אַלעמאָל — אין אַ לופט-ליידיקן חלל — איין-און-דיזעלביקע געשווינדקייט: 300,000 קילאָמעטער אין אַ סעקונדע.

פאַטשט אָט דער רעזולטאַט אין פּנים אונזער רעלאַטיוויטעטס-פּרינציפּ. לויט דעם רעלאַטיוויטעטס-פּרינציפּ האָט געדאַרפט אויסקומען, אַז די ליכט-געשווינדקייט דאַרף פאַרמערט ווערן, אויב דער ליכט-שטראַל שטאַמט פון אַ קערפּער, וואָס באַוועגט זיך אַליין אין זיין ריכטונג מיט אַ געוויסער געשווינדקייט, ווייל צו דער געשווינדקייט פון דעם ליכט דאַרף צוגערעכנט ווערן די געשווינדקייט פון דעם לייכטנדיקן קערפּער. זי האָט אויך געדאַרפט פאַרמינערט ווערן, ווען דער קערפּער, פון וועלכער דער ליכט-שטראַל שטאַמט, באַוועגט זיך אין דער אַנטקעגנדיקער ריכטונג, ווייל פון דער ליכט-געשווינדקייט דאַרף דאָך **אַראָפּגערעכנט** ווערן די געשווינדקייט פון דעם לייכטנדיקן קערפּער.

אָנשטאָט דעם באַווייזן אַלע פאַקטן און אויסרעכענונגען,

אַז די געשווינדקייט פון ליכט אין אַ ליידיקן חלל איז אומעטום און אונטער אַלע אומשטענדן אַ קאָנסטאַנטע אומפאַרענדערלעכע גרויס!

די לאַגע אין דער וויסנשאַפטלעכער וועלט איז געוואָרן אַזאַ, אַז די וויסנשאַפט איז, ווי איינשטיין דערציילט אונז, אַוועקגעשטעלט געוואָרן פאַר איין־איינציקער ברירה: אָדער זיך אָפּזאָגן פון דעם רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ, אָדער לאָזן פאַלן דעם עמפּיריש־אַרויסגעפונענעם כלל, אַז די ליכט־געשווינדקייט איז קאָנסטאַנט. אין דער ערשטער צייט האָט מען בעסער געוואָלט מקריב זיין דאָס ליכט־געזעץ אויף דעם מזבח פון דעם רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ, וואָס איז אַזוי קלאָר און איינפאַך און אויף וועלכן אויך די גאַנצע אַ ס ט ר אָ נ אָ מ י ע איז געווען אויפגעבויט. „אָבער די אַנטוויקלונג פון דער טעאָרעטישער פיזיק", דערציילט אונז איינשטיין, „האָט באַוויזן, אַז אין אָט דעם וועג קאָן מען נישט גיין. א. ה. לאָרענצעס טעאָרעטישע, נייע וועגן דורכשניידנדיקע פאָרשונגען וועגן די עלעקטראָ־דינאַמישע און אָפּטישע פּאָרקומענישן אין באַוועגטע קערפּערס האָבן בפירוש באַוויזן, אַז די דערפאַרונגען אויף אָט די פעלדער פירן מיט צווינגנדיקער נויטווענדיקייט צו אַ טעאָריע פון עלעקטראָ־מאַגנעטישע פּאָרקומענישן, וואָס האָט ווי אַ נישט צו פאַרטרייבנדיקע קאָנסעקווענץ דאָס געזעץ פון קאָנסטאַנץ פון ליכט־געשווינדקייט אין אַ ליידיקן חלל. דערייבער זענען די פירנדיקע טעאָרעטיקער געווען גיכער גענייגט צו לאָזן פאַלן דעם רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ, כאָטש עס האָט זיך נישט געלאָזן אויסגעפינען אַפילו קיין איין־איינציקער פאַקט פון דער דערפאַרונג, וואָס זאָל האָבן ווידערגעשפּראָכן יענעם פּרינציפּ. *)

לאָרענץ אַליין האָט זיך געפילט געצוווּנגען אָנצונעמען, אַז די לענג־מאָסן גופא פון אַלע זאַכן ווערן פאַרקלענערט, ווען זיי באַוועגן זיך אַנטקעגן דעם עטער.

אָט דאָ, דערציילט אונז ווייטער איינשטיין, איז אויפגעג־

*) איינשטיין, רעלאַטיוויטעט, ז. 13.

טראָטן די רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע, ד. ה. פריער האָט זיך איינ־שטיין געגנוג אַרומגעפלאָגט מיט דעם געדאַנק: „וואָס שטעקט דאָרטן אַזוינס? שטעקט הינטער דעם איבערהויפּט עפּעס?״ ערשט נאָכדעם האָט ער זיך אַ נעם געטאָן פאַר די קלאַפּטערס און די מינוטן פון אַ ל ע באַוועגטע זאַכן, רעלאַטיוו צו די רוענדיקע: נישט נאָר פון די, וואָס האָבן די העזה צו גיין אַנטקעגן דעם עטער, און ער האָט געפונען, אַז דער אָ ב י עָ ק ט י וו ע ר רוים און די אָ ב י ע ק ט י וו ע צייט פון דערווירקלעכער וועלט איז אַקוראַט אַזוי ר ע ל אַ ט י וו, ווי דער ס וּ ב י ע ק ט י וו ע ר רוים און די סוביעקטיווע צייט פון אונזער פּסיכישן באַוווסטזיין. געהאָלפן האָט אים דערביי דער פ י ל אָ ז אָ פ י ש ע ר איינבליק, וועלכן מאַך האָט שוין דעמאָלט געהאַט פאַרשפּרייט אין דער וויסנ־שאַפט, אַז דעם ניוטאָנשן אַבסאָלוטן רוים און די ניוטאָנשע אַבסאָלוטע צייט האָט קיינער קיינמאָל אין דער דערפאַרונג נישט געזען, און אַז אַן ערלעכער וויסנשאַפטס־מאַן, וואָס וויל נאָר אויף דעם קירצסטן און איינפאַכסטן אופן פאָרמולירן דאָס, וואָס ער געפינט אין דער דערפאַרונג, ווייס אייגנטלעך נישט, ווו ער זאָל אַהינטאָן יענע אַבסאָלוטן.

„דורך אַן אַנאַליז פון די פיזיקאַלישע באַגריפן: „רוים״ און „צייט״, האָט זיך עס אַרויסגעוויזן״, שרייבט ווייטער איינ־שטיין, „אַז אין דער אמתן איז נישטאָ קיין סתירה צווישן דעם רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ און דעם געזעץ פון ליכט־אויסשפּרייטונג; אַז אַדרבה — דורך אַ סיסטעמאַטיש האַלטן זיך פאַרביידע געזעצן קומט מען צו אַ טעאָריע, וואָס איז פריי פון לאָגישע איינווענדן. *)״

---

*) דאָרטן גופא.

IV

כדי ווייטער פּאָרצוזעצן אונזער רייזע אין דער ווונדער־באַרער געדאַנקען־וועלט, וועלכע איז אויסגעבויט געוואָרן פון איינשטיינען, וועל איך בעטן דעם לייענער צו דערמאָנען זיך די הויפּט־רעזולטאַטן, צו וועלכע מיר זענען געקומען אין אונזערע פריערדיקע קאַפּיטלען.

פון דעם ערשטן קאַפּיטל ווייסן מיר, אַז אין דער וועלט איז נישט נאָר נישטאָ קיין אַבסאָלוטע רו, נאָר עס איז אויך דאָרט נישטאָ קיין אַבסאָלוטע באַוועגונג. רו און באַוועגונג זענען רעלאַטיווע באַגריפן. ווען אַ שיף שווימט מיט דעם שטראָם, מיט דער געשווינדקייט פון דעם שטראָם־לויף, אין דער ריכטונג פון דעם שטראָם־לויף, אָן אַ ברעקעלע א י י ג ע נ ע געשווינדקייט, וואָס זאָל שנעלער מאַכן איר גאַנג, דעמאָלט געפינט זי זיך אין ר ו לגבי דעם שטראָם און אין ב אַ ו ו ע ג ו נ ג לגבי די ברעגעס פון דעם טייך. צוויי שיפן, וואָס פ אָ ר ן מיט דערזעלביקער געשווינדקייט אין דערזעלביקער ריכטונג זענען אין ר ו, איינע רעלאַטיוו צו דער אַנדערער.

וואָס איז אָבער „דער אמתער צושטאַנד פון דעם שיף: די רו אָדער די באַוועגונג?" די שאלה האָט נישט קיין זינען אין דער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע, ווייל ווען מען זאָל זאָגן, אַז „אינדעראמתן" באַוועגט זיך דאָס שיף דערפאַר, ווייל די ברעגעס ר ו ע ן דאָך באמת, און אין פאַרגלייך מיט די רועגדיקע ברעגעס האָט דאָך דאָס שיף אַלע ווײַלע איר אָרט, דערמאָנען מיר זיך דעמאָלט, ערשטנס, אַז „אינדעראמתן" רוען דאָך אויך די ברעגעס נישט אין דער וועלט. זיי באַוועגן זיך אינאיינעם מיט

דער ערד אַרום דער זון. און צווייטנס קאָן דאָס שיף האָבן די־זעלביקע טענה. דאָס שיף קאָן מיט דעמזעלביקן רעכט באַ־הויפּטן, אַז עס איז „אינדעראמתן״ אין רו נישט נאָר לגבי דעם שטראָם, נאָר אויך לגבי די ברעגעס, און אַז גאָר זיי, די ברעגעס, באַוועגן זיך לגבי אים. והראיה: זיי בייטן אַלע ווילע זייער אָרט לגבי אים. און אויב דאָס שיף באַוועגט זיך געגנוג שנעל, וועט דעם צוקוקער, וואָס זיצט אויף אים, אָפּטמאָל טאַקע אויס־קומען, פונקט ווי ער וואָלט געזעסן אויף זיין אָרט און ווי די ברעגעס וואָלטן זיך פאַרבייגעטראָגן פאַרביי אים, ווי דאָס קומט אָפּטמאָל אויס מיט דעם פּייזאַזש, וועלכן מיר זעען פון אַ שנעל־פאָרנדיקן וואַגאָן.

יעדע „באַוועגונג״ איז אַ בייטן דאָס אָרט אין אַ באַ־שטימטער צייט מיט אַ באַשטימטער געשווינדקייט. כדי מען זאָל קאָנען קאָנסטאַטירן אַ באַוועגונג, מוז מען אָננעמען אַ וועלכן עס איז אָרט פאַר אַ רוענדיקן, און נאָר אין פאַרגלייך מיט אָט דעם רוענדיקן אָרט האָט אַ זין צו רעדן וועגן אַבאַווע־גונג, וואָס בייט איר אָרט לגבי דעם רוענדיקן, ד. ה. וואָס דער־ווייטערט זיך פון אים אָדער דערנענטערט זיך צו אים.

אַזאַ אַבסאָלוטן אָרט האָט די אַלטע פיזיק, ווי דער גע־זונטער מענטשן־פאַרשטאַנד בכלל, געוואָלט זען אין דעם ליידיקן, איין־איינציקן וועלטן־חלל, וואָס אין אים געפינען זיך אַלע זאַכן און שפּילן זיך אָפּ די פּראָצעסן. אין דעם צווייטן קאַפּיטל האָבן מיר אָבער געזען, אַז פאַר דער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע איז אַזאַ ליידיקער איין־איינציקער וועלטן־חלל גאָר אויף דער וועלט נישטאָ. און עס איז פאַר איר אויך נישטאָ קיין איין־איינציקע ליידיקע וועלטן־צייט. נישט די זאַכן און פּאַסירונגען געפינען זיך און קומען פאָר אין דעם וועלטן־רוים און דער וועלטן־צייט, נאָר די רוימלעכקייט און די צייטלעכקייט קומט פאָר און שפּילט זיך אָפּ אין די זאַכן און אין די פּאַסירונגען. דערביי איז אַריינגעפלאָכטן געוואָרן מינקאָווסקיס געניאַלע סברה, אַז „רוימלעכקייט״ און „צייטלעכקייט״ זענען נישט קיין צוויי באַזונדערע וועלט־פּראָ־צעסן, פאַר וועלכע מען קאָן פירן באַזונדערע חשבונות, נאָר אַז

זיי זענען איין־איינציקער „רוימלעך־צייטלעכער" פּראָצעס, אַ „רוים־צייטלעכקייט", ווי מיר האָבן דאָס אַ נאָמען געגעבן. אָט די „רוים־צייטלעכקייט" געפינט זיך אין יעדער „זאַך־פּאַסירונג" (ווי מיר האָבן דאָס אָנגערופן), ווען זי, די זאַך־פּאַסירונג, וואָלט זיך באַטראַכט פון אַ פיזיקאַלישן שטאַנדפּונקט.

די רוימלעכקייט און די צייטלעכקייט פון די וועלט־פּאַסירונגען נעמען מיר אויף דורך געוויסע אינעווייניקסטע נשמה־איבערלעבונגען: דורך אַ „רוים־געפיל" און אַ „צייט־געפיל", אָדער: אַ „רוים־באַוווסטזיין" און אַ „צייט־באַוווסטזיין".

מיר זענען אין דריטן קאַפּיטל באַקאַנט געוואָרן מיט אַסך פאַלן און אַרגומענטן, וואָס באַווייזן, אַז אָט דער אינעווייניקסטער פּסיכאָלאָגישער „רוים־צייט־געפיל" (לאָמיר אים אַזוי אָנרופן) איז נישט אַבסאָלוט, נאָר רעלאַטיוו. איין־און־דיזעלביקע לענג (אַ קלאַפּטער צ. ב.) דוכט זיך אונז אַמאָל לענגער, אַמאָל קירצער. דער דויער פון איין און דעמזעלביקן צייט־אָפּשניט קומט אונז אויס אַמאָל גרעסער, אַמאָל קלענער. דאָס האָט אונז נענטער געבראַכט צו דעם געדאַנק, אַז אויך אין דער ווירקלעכער „רוים־צייטלעכקייט" זאָל קאָנען געמאָלט זיין, זי זאָל זיין נישט קיין אַבסאָלוטע, נאָר אַ „רעלאַטיווע"; אַז איין־און־דעמזעלביקן „וועלטן־קלאַפּטער" זאָלן מיר מוזן רעכענען אַמאָל פאַר גרעסער און אַמאָל פאַר קלענער, איידער אַ קלאַפּטער; אַז איין־און־דיזעלביקע „וועלטן־סעקונדע" זאָלן מיר מוזן שאַצן אַמאָל פאַר גרעסער, אַמאָל פאַר קלענער, איידער אַ „וועלטן־סעקונדע". און אַזוי ווי, לויט דעם צווייטן קאַפּיטל, זענען אַזעלכע „וועלטן־קלאַפּטערס" און „וועלטן־סעקונדן" גאָר נישטאָ, קאָן דעמאָלט געמאָלט זיין, אַז מיר זאָלן דאַרפן באַהאַנדלען די רוים־צייטלעכקייטן אויף דעמזעלביקן שטייגער, ווי מיר האָבן באַהאַנדלט די באַוועגונג אין דעם ערשטן קאַפּיטל, ד. ה. ווי ריין־רעלאַטיווע דערשיינונגען.

דאָס הייסט: מיר וועלן נעמען די רוים־צייטלעכקייט פון איין זאַך־פּאַסירונג (צ. ב. די באַוועגונג פון דער ערד אַרום דער זון) ווי אַ שטענדיקע מאָס, און מיט איר וועלן מיר מעסטן

די רוים-צייטלעכקייטן פון אַלע אַנדערע פיזיקאַלישע און מעכאַנישע פּראָצעסן, און מיר וועלן נישט איבעריקס נתפעל ווערן, אויב עס זאָל זיך אַרויסווייזן, אַז די קלאַפּטער-סעקונדן פון געוויסע וועלט-פּאַסירונגען זענען קלענער אָדער גרעסער איידער אונזערע קלאַפּטער-סעקונדן און אַז זייערע גרויס-מאָסן בייטן זיך לויט די אומשטענדן.

אין דעם זעלביקן קאַפּיטל האָבן מיר געזען, אַז אין דער מאָדערנער פיזיקאַלישער וויסנשאַפט האָבן זיך אָנגעקליבן איניע-וויניקסטע סתירות, וואָס האָבן געצוווּנגען די פּאָרזיכטיקסטע און פּינקטלעכסטע געלערנטע אַרויסצוטרעטן ביסלעכווייז אויף אַזאַ רעלאַטיוויסטישן וועג אין דער באַהאַנדלונג פון דעם רוים-צייט-פּראָבלעם.

די באַדייטנדיקסטע ראָלע האָבן דערביי געשפּילט די באַרימטע מיכעלסאָנשע (אָדער „מייקעלסאָנשע״) עקספּערימענטן, וואָס האָבן געזאָלט באַשטימען, צי די ערד באַוועגט זיך אין אַ רוּענדיקן וועלט-עטער, אָדער זי רוּט אין אַ „מקוה״ פון עטער, וואָס באַוועגט זיך אינאיינעם מיט איר אַרום דער זון.

אין די רעזולטאַטן פון די מיכעלסאָנשע עקספּערימענטן איז געווען איינגעוויקלט אַ סתירה צווישן צוויי פיזיקאַלישע גרונט-געזעצן.

פון איין זייט ווייסן מיר, אַז די געשווינדקייטן אין אַ באַוועגטער סיסטעם חבורן זיך און חסורן זיך. ווען דער וואַגאָן באַוועגט זיך מיט דער געשווינדקייט פון צען קלאַפּטער אין אַ סעקונדע און איך באַוועג מיך אין דעם וואַגאָן מיט דער געשווינדקייט פון צוויי קלאַפּטער אַ סעקונדע, וועט מיין געשווינדקייט — לגבי דער דאַמבע — זיין צוועלף קלאַפּטער אַ סעקונדע, — אויב איך גיי אין דער ריכטונג פון דעם וואַגאָן,— און אַכט קלאַפּטער אַ סעקונדע, — אויב איך גיי אַנטקעגן יענער ריכטונג.

פון דער אַנדערער זייט אָבער, זעען מיר פון די מיכלסאָנשע עקספּערימענטן, אַז דער ליכט-שטראַל, אָנגעצונדן אויף דער ערד, וואָס באַוועגט זיך אַרום דער זון, האָט די ז ע ל ב י ק ע

געשווינדקייט, סיי ווען ער באַוועגט זיך אין דער ריכטונג פון דער ערד־באַוועגונג, סיי ווען ער גייט לה־יפך צו איר, סיי ווען ער ווערט געשיקט ערגעץ־וווהין אָן אַ זייט פון איר. און אַלע אַנדערע עקספּערימענטן מיט ליכט־שטראַלן פירן צו איין־און־דעמ־זעלביקן רעזולטאַט: די געשווינדקייט פון דעם ליכט־שטראַל אין אַ לופט־ליידיקן חלל איז תמיד ק אָ נ ס ט אַ נ ט, אומפאַרענדערט.

מיר האָבן געזען, אַז לאָרענץ איז געווען דער ערשטער וואָס האָט זיך טיפער אַריינגעטראַכט אין דעם גאַנצן באַטייט פון אָט דער אומגעהייערער סתירה, וועלכע רייסט פונאַנדער די איינ־הייטלעכקייט פון אַלע נאַטור־געזעצן (ווייל זיי אַלע ווערן סוף כל סוף צוריקגעפירט צו די גרונט־געזעצן פון דער באַ־וועגונג).

אין דער פאַרענטפערונג פון אָט דער סתירה האָט לאָרענץ פאָרגעשלאָגן אַן אויסערגעוויינלעך־אָריגינעלן געדאַנק: מען דאַרף אָננעמען, זאָגט ער, אַז די לענג־מאָסן פון אַ פעסטן קערפּער, וואָס באַוועגט זיך דורך דעם רוענדיקן עטער, ווערן פ אַ ר ק י ר צ ט אין דער צייט פון דער באַוועגונג. נאָר דורך דעם קאָן מען דער־קלערן דעם פאַקט, וואָס דער ליכט־שטראַל לויפט אים דורך אין אַ קירצערער צייט, איידער ער וואָלט דאָס געקאָנט טאָן, ווען די מאָסן וואָלטן געבליבן אומפאַרענדערט.

אָט דער לאָרענצישער געדאַנקענגאַנג איז אַזוי אומדער־וואַרט ניי און גלענצנדיק, אַז איך וויל דאָ ברענגען ווערטלעך אַ פאָר שטעלן פון זיין קלאַסישער אַרבעט, — שטעלן, אין וועלכע מיר קאָנען מיט רעכט דערבליקן דאָס קערנדל, וואָס פון אים איז שפּעטער אויסגעוואַקסן די גאַנצע איינשטיינשע טעאָריע.

אין זיין אַרבעט: „אַ פּרווו פון אַ טעאָריע וועגן עלעק־טרישע און אָפּטישע דערשיינונגען אין באַוועגטע קערפּערס” פון דעם יאָר 1895, שרייבט ער וועגן מיכעלסאָנס אינטערפערענץ־פּרווו אַזוי צו זאָגן: „מיר מוזן זיך דעריבער פאָרשטעלן, אַז די באַ־וועגונג פון אַ פעסטן קערפּער, למשל, אַ מעשענע שטאַבע אָדער אַ שטיינפּלאַטע, ווי זי איז באַנוצט געוואָרן אין די שפּעטערע עקספּערימענטן, האָט, ווען די באַוועגונג גייט דורך דעם רוענדיקן

עטער, אַן איינפלוס אויף די דימענזיעס, וואָס זענען פאַרשיידן, לויט דער אָריענטירונג פון דעם קערפּער אין דער רעלאַציע צו דער ריכטונג פון דער באַוועגונג״. „ווי פרעמד אַזאַ השערה זאָל נישט קלינגען אויף דעם ערשטן בליק״, שרייבט ער ווייטער, „וועט מען דאָך מוזן צוגעבן, אַז זי איז גאָר נישט אַזוי אויסן וועג, ווי נאָר מען נעמט אָן, אַז אויך די מאָלעקולאַר־קרעפטן ווערן פאַרמיטלט דורך דעם עטער, פונקט ווי מיר קאָנען דאָס איצטער באַשטימט באַהויפּטן וועגן די עלעקטרישע און די מאַגנעטישע קרעפטן. אויב דאָס איז אַזוי, וועט די טראַנסלאַציע (דער איבערטראָג פון איין אָרט אויף אַן אַנדערן) העכסט וואַרשיינלעך פאַרענדערן די ווירקונג צווישן צוויי מאָלעקולן אָדער אַטאָמען אויף אַן ענלעכן אופן, ווי די אָנציאונג אָדער אָפּשטויסונג צווישן אָנגעלאָדענע טיילכלעך. און היות ווי די געשטאַלט און די דימענזיעס פון אַ פעסטן קערפּער ווערן אין דער לעצטער שורה באַדינגט דורך דער אינטענסיטעט פון די מאָלעקולאַר־ווירקונגען, איז קאָן דערביי נישט אויסן בלייבן אַן ענדערונג אין די דימענזיעס. *)״

ווי איר זעט פון אָט די פּאָר שטעלן רירט דאָ לאָרענץ חלילה נישט אָן נישט דעם איינהייטלעכן וועלטן־רוים, נישט די עקזיסטענץ פון דעם עטער, וואָס פילט אים אויס. די פאַרקירצונג פון די דימענזיעס קומט פאָר נישט אין דער רוימלעכקייט גופא פון דעם באַוועגטן קערפּער, נאָר אין זיין מ אַ ט ע ר י ע: די טיילכלעך אירע ווערן ענגער צונויפגערוקט; צווייטנס, קומט דאָס פאָר נאָר אין יענע אויסנאַמס־פאַלן, ווען די קערפּערס באַוועגן זיך דורך אַ רוענדיקן עטער, און, דריטנס, שטאַמט זייער צונויפשרומפּן פון געוויסע פ י ז י ק אַ ל י ש ע ווירקונגען, וועלכע דער עטער רופט אין זיי אַרויס.

---

*) זע דאָס וויכטיקע בוך: „לאָרענץ־איינשטיין־מינקאָווסקי, דער רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ״, אין וועלכן עס זענען אָפּגעדרוקט אַלע קלאַסישע אַרבעטן פון דער נייער טעאָריע. בערלין, אויפלאַגע 1920, זייט 3, (מיר וועלן דאָס בוך ציטירן אונטער דעם נאָמען „קוועלן־בוך״).

שפּעטער, ווען לאָרענץ האָט שוין אויסגעאַרבּעט און אַנט־וויקלט זיין באַרימטע עלעקטראָנען־טעאָריע, האָט ער געמאַכט נאָך אַ ווייטערדיקן שריט אויף דעמזעלביקן אָריגינעלן און נייעם וועג. די אויספאָרשונג פון די עלעקטראָנען — פון יענע נאָך קלענערע טיילכלעך, וואָס שטעלן צונויף די אַטאָמען, — און זייערע באַוועגונגען, האָבן אים אויף שריט און טריט געפירט צו דערזעלביקער סתירה, וואָס איז אויפגע־דעקט געוואָרן אין דעם מיכעלסאָן־עקספּערימענט. כּדי די רע־זולטאַטן פון זיינע פאָרשונגען זאָלן נישט גיין להיפך צו דעם גרונט־געזעץ פון דער באַוועגונג, איז ער דאָ שוין געצוווּנגען אַרויסצוטרעטן מיט נאָך אַ נייער היפּאָטעזע: נישט נאָר די לענג־מאָסן ווערן אין אַזעלכע פאַלן צונויפגעשרומפּן, נאָר אויך די צייט־מאָסן (און אַלע אַנדערע מאָסן) באַקומען אַ באַדייטנדיקע ענדערונג. אויב מען זאָל אָננעמען, אַז די עלעקטראָנען באַוועגן זיך מיט אַ געשווינדקייט, וואָס איז קלענער איידער די ליכט־געשווינדקייט, קאָן מען אויפשטעלן אַן אַלגעמיין געזעץ פאַר אַלע זייערע באַוועגונגען און דערביי וועט זיך מאַטעמאַטיש אַרויס־ווייזן, אַז זיי האָבן זייערע אייגענע צייט־מאָסן, וואָס שטימען נישט איין מיט די געוויינלעכע. די פאַרענדערטע צייט רופט לאָרענץ אָן: זייער „אָרטס־צייט", וואָס איז אַביסל אַ לענגערע, איידער די געוויינלעכע צייט, מיט וועלכער מיר מעסטן אַלע אַנדערע מעכאַנישע און פיזיקאַלישע דערשיינונגען.

לאָרענץ האָט אויך אויסגערעכנט, ווי גרויס עס מוז זיין די פאַרקירצונג פון די לענג־מאָסן און די פאַרלענגערונג פון די צייט־מאָסן אין אַזעלכע אויסנאַמס־דערשיינונגען, כּדי אויך זיי זאָלן קאָנען פאָלגן דעם אַלגעמיינעם באַוועגונגס־געזעץ, וואָס איז אויפגעשטעלט געוואָרן פון גאַלילעי.

אָט דאָ ערשט הויבּט זיך אָן איינשטיינס שאַפנדיקע רע־וואָלוציאָנירנדיקע אַרבּעט.

אין זיין ערשטער אונטערזוכונג אויף אָט דעם פעלד, אין זיין אַרבּעט: „צו דער עלעקטראָ־דינאַמיק פון באַוועגטע קערפּערס" (פון דעם יאָר 1905), שטעלט ער אַוועק די גאַנצע פראַגע אויף

אַ גאַנץ נייעם פונדאַמענט: איך וואָלט געזאָגט אויף אַ דערקענטעניש-קריטישן.

יעדע באַוועגונג פון אַ מאַטעריעלן פונקט, זאָגט ער דאָרטן, ווערט פון אונז באַשריבן מיט דער הילף פון דער „צייט"-פאָרשטעלונג, דער פונקט לויפט דורך אַ געוויסן מהלך וועג אין אַ געוויסן דויער פון דער צייט. „מוז מען דאָך", זאָגט איינשטיין, האָבן אין אויג, אַז אַזאַ מאַטעמאַטישע באַשרייבונג האָט נאָך דעמאָלט אַ פיזיקאַלישן זין, ווען מען איז שוין פריער קלאָר געוואָרן, וואָס עס דאַרף דאָ פאַרשטאַנען ווערן אונטער דעם וואָרט „צייט". מיר מוזן זיך רעכענען מיט דעם, אַז אַלע אונזערע אורטיילן, אין וועלכע די צייט שפּילט אַ ראָלע, זענען תּמיד אורטיילן וועגן גלייכצייטיקע פאָרקומענישן. ווען איך זאָג, צ. ב., „יענער צוג קומט אָן אַהער זיבן אַ זייגער", איז הייסט דאָס, ווי איך וואָלט אַן ערך געזאָגט: „די שטעלונג פון דעם קליינעם ווייזער פון מיין זייגער אויף זיבן און דאָס אָנקומען פון דעם צוג זענען גלייכצייטיקע פאָרקומענישן". *)

וואָס קאָן זיין פּשוטער און זעלבסטפאַרשטענדלעכער איידער אַזאַ באַמערקונג? אָבער אין איר ליגט דער גאַנצער יסוד פון איינשטיינס רעוואָלוציע אין דער פיזיק.

לאָמיר זיך אַביסל אַריינטראַכטן אין דעם. ביי דער גאַנצער פּשוטקייט און זעלבסטפאַרשטענדלעכקייט פון איינשטיינס באַמערקונג, שטעלט ער אונז דאָ אַ פאָדערונג, וואָס איז נישט גאָר אַזוי פּשוט און זעלבסטפאַרשטענדלעך. ער פאַרלאַנגט פון אונז, אַז מיר זאָלן מיט דעם וואָרט „צייט" פאַרבינדן נישט קיין מאַטעמאַטישע (אָדער ריין-לאָגישע) פאָרשטעלונג, נאָר דווקא אַ פיזיקאַלישע.

וואָס וויל ער דערמיט זאָגן?

ער וויל דערמיט זאָגן גאָר אַ קלייניקייט: אַז איידער וואָס ווען זאָלן מיר שוין דורכפירן אַ רעוואָלוציע אין אונזערע צייט-באַגריפן.

---

*) ד. ג., ז. 26.

ווען מיר, געוויינלעכע מענטשן, זאָגן: „יענער צוג קומט אָן אַהער 7 אַזייגער", הייסט דאָס פאַר אונז, אַז דער אָנקום פון דעם צוג איז גלייכצייטיק נישט נאָר מיט דער ווייזונג פון מיין ווייזער אויף מיין זייגער. ער איז גלייכצייטיק, — אַבסאָלוט גלייכצייטיק, — מיט אַלע אַנדערע בילי-ביליאַסן פּאַסירונגען, וואָס קומען פאָר אין דעמזעלביקן מאָמענט אין דער גאַנצער וועלט! ווייל אָט דער צייט-מאָמענט. אויף וועלכן איך טייט אָן מיט די ווערטער „7 אַ זייגער", איז איינאיינציקער אין דעם איינאיינציקן אומענדלעכן צייט-פאָדים, וואָס שפּינט זיך פון ששת ימי-בראשית ביז סוף כל הדורות. און מיר ווייסן, אַז עס איז אַזוי, ווען מיר קאָנען אַפילו נישט שטיין ביי אַלע בילי-ביליאַסן צייט-פּאַסירונגען און קאָנסטאַטירן מיט אַ זייגער אין דער האַנט, אַז זיי אַלע קומען פאָר אין דעמזעלביקן מאָמענט, „7 אַ זייגער".

— אויב איר ווייסט דאָס, — קאָן אונז אָבער ענטפערן איינשטיין, — איז טאַקע אייך וויל ווי די וועלט, און איך בין אייך פשוט מקנא, ווייל איך ווייס דאָס נישט. פאַר מיר איז די צייט נישט קיין איין-איינהייטלעכער וועלט-פאָדים. אין די פאַרשיידענע זאַך-פּאַסירונגען פון דער וועלט קאָנען געמאָלט זיין פאַרשיידענע צייטלעכקייטן. און אויב איך וויל אויסגעפינען, — אויף זיכער אויסגעפינען, וועלכע פּאַסירונג איז געווען גלייכצייטיק מיט וועלכער אַנדערער פּאַסירונג, דאַרף איך קודם וויסן וועגן וועלכער צייטלעכקייט דאָס רעדט זיך און איך דאַרף האָבן עפּעס אין דער האַנט, איך זאָל קאָנען, מיט דער מעטאָדע פון אַ פיזיקאַלישן עקספּערימענט, קאָנסטאַטירן, אַז אָט די ביידע פּאַסירונגען זענען אינדעראמתן פאָרגעקומען „גלייכצייטיק".

און דער, וואָס האָט זיך גוט אַריינגעטראַכט אין יענע אַרגומענטן, וועלכע מיר האָבן געבראַכט אין די ערשטע דריי קאַפּיטלען, יענער וועט מוזן צוגעבן, אַז איינשטיין האָט געהאַט גענוג גרונט נישט צו טרויען דער געוויינלעכער מענטשלעכער לאָגיק וועגן דעם מהות און דער טבע פון דער צייט.

נאָר שפּילט אינדעראמתן די „גלייכצייטיקייט" יענע ראָלע, וועלכע איינשטיין שרייבּט איר דאָ צו? מוזן מיר אינדעראמתן האָבּן צו טאָן מיט גלייכצייטיקע פּאַסירונגען אַלע מאָל, ווען מיר אורטיילן וועגן צייטלעכע פּאַסירונגען בּכלל?

אויך אין דעם פּרט וועט אַ קליינע איבּערטראַכטונג בּאַווייזן, אַז ער איז גערעכט. ווען מיר רעדן וועגן דער צייט פון אַ וועלכער עס איז פּאַסירונג, האָבּן מיר אין זין איר *דויער*. און ווען מיר רעדן וועגן דעם *ווירקלעכן* דויער פון אַ פּאַסירונג, האָבּן מיר אין זין נישט יענעם סובּיעקטיוון פּסיכאָלאָגישן *צייט-איינדרוק*, וועלכן זי האָט איבּערגעלאָזן אין אונז: מיר ווייסן שוין, אַז אונטער אומשטענדן קאָן אַ מינוט סובּיעקטיוו „דויערן" אַ שעה. מיר מיינען דאָ די *אָבּיעקטיווע*, די „וועלט"-צייט, וואָס ווערט פאַר אַלע מענטשן געמאָסטן מיט איין-און-דערזעלבּיקער מאָס. מיר, ערדמענטשן, מעסטן זי מיט דעם גאַנג פון דער ערד אַרום דער זון, ד. ה. מיט דער בּאַוועגונג פון די זון-שטראַלן אַרום דער ערד, מיט דעם שטאַנד פון דער זון אויפן הימל. ווען מיר זאָגן, אַז אַ געוויסע פּאַסירונג האָט געדויערט אַ שעה, זאָגן מיר דערמיט, אַז דער אָנהויבּ פון דער פּאַסירונג איז צונויפגעפּאַלן (געווען *גלייכצייטיק*) מיט יענעם מאָמענט, ווען די זון איז געשטאַנען אויף אַ בּאַשטימטן אָרט אין הימל, און דער סוף פון דער פּאַסירונג איז צונויפגעפאַלן (געווען גלייכצייטיק) מיט אַן אַנדער מאָמענט, ווען די זון איז שוין געשטאַנען אויף אַן אַנדער בּאַשטימטן אָרט אין הימל. אויף דעם יסוד פון דער זון-צייט מאַכן מיר אונזערע אַלע צייט-אויסמעסטונגען מיט אַלע אַנדערע מאָס-אינסטרומענטן, — דעם זאַמד-זייגער, דעם וואַסער-זייגער, דעם איצטער-געבּרויכלעכן וואַנט- און טאַשן-זייגער.

אין אַלע אַזעלכע מעסטונגען קאָנסטאַטירן מיר אין דער לעצטער ליניע *גלייכצייטיקייטן*, דאָס צונויפפאַלן פון דעם אָנהויבּ און דעם סוף פון איין פּאַסירונג מיט דעם אָנהויבּ און דעם סוף פון אַן אַנדערער, וועלכע מיר נעמען פאַר אַ מאָס.

די דערשיינונג פון גלייכצייטיקייט איז דעריבער דער יסוד פאַר אַלע צייט-אויסמעסטונגען. אָבער נישט נאָר דאָס אַליין. איינשטיין באַווייזט, אַז די גלייכצייטיקייט איז אויך דער גרונט-באַדינג פאַר אַלע לענג-מעסטונגען אין דעם רוים. און אויך דאָס איז נישט שווער איינצוזען: ווען איך זאָג, אַז מיין טיש איז אַ מעטער די לענג, זאָג איך דערמיט, אַז ווען מיר וועלן נעמען אַ מעטער-שטאַב, וועט זיין אָנהויב און זיין סוף צונויפ-פאַלן מיט דעם אָנהויב און דעם סוף פון דעם טיש. אָבער — אונטער וועלכן באַדינג? אונטער דעם זעלבסטפאַרשטענדלעכן באַדינג, אַז דער אָנהויב און דער סוף פון דער מאָס זאָל גלייכצייטיק צונויפפאַלן מיט דעם אָנהויב און דעם סוף פון דער געמאָסטענער זאַך. אָדער נאָך פּינקטלעכער, — ווען מיר מוזן איבערחזרן די מאָס עטלעכע מאָל: אַז איר אָנהויב און איר סוף זאָלן גלייכצייטיק צונויפפאַלן מיט געוויסע קאָרעספּאָנדירנדיקע רוים-פונקטן אין דער אויסצומעסטנדיקער לענג. אויב דאָס שטיק געוואַנט, וואָס איך מעסט זאָל זיך בעתן מעסטן מיטן אַרשין רוקן אַהין אָדער אַהער, וועט דער אָנהויב און דער סוף פון דעם אַרשין נישט „גלייכצייטיק" אָנגעווענדט ווערן אויף דעם געוואַנט, און די מאָס וועט אַרויסקומען אַ פאַלשע, — אַ טריק, וועלכן פילע שניט-קרעמער ווייסן ווי אויסצו-נוצן צוליב זייער אייגענער טובה.

אויב אָבער די גלייכצייטיקייט שפּילט אַזאַ פונדאַמענטאַלע ראָלע אין אַלע אויסמעסטונגען סיי פון דער צייטלעכער, סיי פון דער רוימלעכער לענג, וואַקסט דעמאָלט אויף די אויפגאַבע צו געפינען אַזאַ פיזיקאַלישע מעטאָדע, וואָס זאָל אונז געבן די מעגלעכקייט אַבסאָלוט זיכער צו קאָנסטאַטירן די גלייכצייטיקייט פון צוויי פּאַסירונגען. ווייל אונזערע געוויינלעכע מעסט-אינסטרו-מענטן פאַר דער צייט קאָנען אונז נישט געבן קיין אַבסאָלוטע זיכערקייט אין אָט דעם פּרט. אין דער זייגער-אינדוסטריע טראַכט מען שטענדיק, ווי אַזוי צו פאַרבעסערן דעם מעכאַניזם

אַזוי, אַז איין „טיק-טאַק״ פון דעם זייגער זאָל זיין צייטלעך פון דערזעלביקער דויער, ווי יעדער אַנדער „טיק-טיק״ זייגער, און אַזאַ אידעאַלער זייגער איז נאָך נישט אויסגעפונען געוואָרן. טער-מישע, מאַגנעטישע און עלעקטרישע דערשיינונגען האָבן אַן איינ-פלוס אויף זיין גאַנג, און אַפילו די בעסטע זייגערס דאַרף מען פון צייט צו צייט רעגולירן נאָך די אָבסערוואַטאָרישע אויסמעס-טונגען.

ווען עס האַנדלט זיך וועגן נישט גענויער פינקטלעכקייט און וועגן פאַסירונגען, וואָס קומען פאָר אין מיין אייגענער סביבה, איז די לאַגע נאָך נישט אַזוי שלעכט. איך האָב אַ גוט-גייענדיקן זייגער און קאָן אַלע מאָל אַ קוק טאָן, מיט וועלכע שטעלונגען פון זיינע ווייזערס עס פאַלן צונויף דער אָנהויב און דער סוף פון אַ מיך אינטערעסירנדיקער פאַסירונג.

וואָס טוט מען אָבער, ווען מען דאַרף אויסמעסטן די גלייכצייטיקייט פון פאַסירונגען, וואָס קומען פאָר נישט אין איין אָרט, נאָר אין צוויי פאַרשיידענע ערטער? מיר וועלן דאַרפן דערביי אָנווענדן נישט איין זייגער, נאָר צוויי. ווו איז דען דעמאָלט די גאַראַנטיע, אַז דיביידע זייגערס האָבן אַבסאָלוט דעמזעלביקן גאַנג?

איינשטיין פאַרטראַכט זיך וועגן דעם פּראָבלעם, ווי אַזוי צו געפינען אַ מיטל אויף אויסצורעגולירן די זייגערס אַזוי, מען זאָל קאָנען זיין זיכער, אַז זיי וועלן, — לפּחות אויף אַ באַ-שטימטער צייט, — זיין „סינכראָן״, ד. ה. האָבן דעמזעלביקן גאַנג. דעם מיטל געפינט ער אין יענעם געזעץ, וואָס איז פעסט-געשטעלט געוואָרן אין דער מאָדערנער פיזיק און וואָס זאָגט, אַז די געשווינדקייט פון אַ ליכט-שטראַל איז קאָנסטאַנט, ד. ה. אַלע מאָל דיזעלביקע (אין אַ ליידיקן חלל).

אַרויסגייענדיק אָט פון דעם געזעץ, קאָנען מיר — **אין דעם וויסנשאַפטלעכן דענקען** — זיך אויסמאָלן עקס-פערימענטן, ווי אַזוי אויסצורעגולירן די זייגערס אין צוויי פאַר-שיידענע ערטער, זיי זאָלן ווערן סינכראָן.

זאָל זיין, אַז מיר האָבן צוויי פאַרשיידענע ערטער: „אַ״

און „בע״, וואָס זענען ווייט איינער פון דעם אַנדערן 300 קי־לאָמעטער. איך שיק אַרויס אַ ליכט־שטראַל פון „אַ״ ביז „ב״, ווען מיין זייגער ווייזט צוועלף. דאָרטן שלאָגט ער זיך אָן אָן אַ שפּיגל, וואָס שיקט אים אַוועק צוריק צו מיר. איך ווייס, וויפל עס דאַרף נעמען דעם שטראַל, ער זאָל דורכלויפן דעם מהלך הין־און־צוריק: צוויי טויזנטל סעקונדן. אויב אין דעם מאָ־מענט, ווען דער שטראַל קומט צוריק, ווייזט מיין זייגער אַזוי פיל נאָך צוועלף, וויפל עס דאַרף נעמען דעם שטראַל צו גיין זיין טאָפּלטן וועג, הייסט עס, אַז מיין זייגער גייט ריכטיק, און איך האָב אַ ריכטיקע „אַ־צייט״. מיט דערזעלביקער מעטאָדע קאָן מען אויך אויסרעגולירן דעם זייגער אין „בע״, אַזוי אַז די „בע״־צייט זאָל לויפן סינכראָן (גלייכצייטיק) מיט דער אַ־צייט. איך שיק אַרויס מיין שטראַל פּונקט 12 אַ זייגער ביז „בע״. דאָרטן, ביים שפּיגל, שטייט אַ צוקוקער און מערקט און לאָזט וויסן, אַז דער שטראַל איז אָנגעקומען אַ טויזנטל סעקונדע נאָך צוועלף. אויב דער שטראַל קומט צו מיר צוריק בעת מיין זיי־גער ווייזט אויף צוויי טויזנטל סעקונדן נאָך צוועלף, קאָן איך זיין זיכער, אַז „אַ״ און „בע״ האָבן דעמזעלביקן צייט־לויף, און אַז די זייגערס אין ביידע ערטער גייען גלייכצייטיק.

„אויף אַזאַ אופן״, שרייבט איינשטיין אין זיין ערשטער אַרבעט, „האָבן מיר מיט דער הילף פון געוויסע (צוגעטראַכטע) פיזיקאַלישע דערפאַרונגען אויסגעפונען, וואָס מען דאַרף פאַרשטיין, ווען מיר זאָגן, אַז צוויי רוענדיקע זייגערס, וואָס געפינען זיך אין צוויי פאַרשיידענע ערטער, גייען סינכראָן (גלייכצייטיק), און ממילא האָבן מיר דערמיט געוווּנען אַ דעפיניציע פאַר „גלייכ־צייטיק״ און „צייט״. די „צייט״ פון אַ פאַסירונג איז די מיט דער פאַסירונג גלייכצייטיקע ווייזונג פון דעם רוענדיקן זייגער, וואָס געפינט זיך אויף דעם אָרט פון דער פאַסירונג און וואָס גייט סינכראָן מיט אַן אַנדער באַשטימטן רוענדיקן זייגער, און דווקא מיט דעמזעלביקן זייגער פאַר אַלע צייט־באַשטימונגען״ *).

*) ד. ג., ז. 89.

אין זיין „פּגעמיינפאַרשטענדלעכער״ אַרבעט, וועלכע מיר האָבן שוין נישט איינמאָל באַנוצט, גיט אונז איינשטיין נאָך אַ מעטאָדע, ווי אַזוי צו קאָנסטאַטירן אַבסאָלוטע גלייכצייטיקייט פאַר פאַסירונגען, וואָס קומען פאָר אין צוויי פאַרשיידענע שטעלן פון אַ רוענדיקער סיסטעם. אויך אָט די מעטאָדע רוט אויף דעמזעלביקן גרונט-געזעץ, אַז די ליכט-געשווינדקייט איז קאָנסטאַנט.

לאָמיר זיך פאָרשטעלן, זאָגט ער, אַז אַ געוויסער געלערנטער מעטעאָראָלאָג האָט אַרויסגעבראַכט אַ טעאָריע, אַז אין צוויי שטעלן פון אַן אייזנבאַן-דאַמבע „א״ און „בע״, וואָס זענען ווייט איינע פון דער אַנדערער, דאַרף אַ בליץ אַריינשלאָגן אין איין-און-דערזעלביקער צייט. ווי אַזוי קאָנען מיר אויסגעפינען, אַז אָט דער בליץ-אַריינשלאָג קומט באמת פאָר גלייכצייטיק איןביידע שטעלן.

מיר קאָנען דאָס אויסגעפינען אויף אַ פשוטן אופן. לאָמיר אויסמעסטן דעם מהלך צווישן „אַ״ און „בע״, אין דעם רעכטן מיטן פון אָט דער שטרעקע, אין דעם פונקט „מ״, וועלן מיר אַוועקשטעלן אַ צוקוקער מיט אַזעלכע צוויי צונויפגעשטעלטע שפּיגלען, וואָס גיבן אים די מעגלעכקייט צו זען ביידע שטעלן מיט אַמאָל. אויב ער זעט, אַז דער בליץ האָט אַריינגעשלאָגן אין ביידע שטעלן אין איין-און-דערזעלביקער צייט, איז די פאַסירונג געווען אַ גלייכצייטיקע, ווייל די צייט, וואָס האָט גענומען דעם ליכט-שטראַל צו לויפן פון „אַ״ ביז „מ״ איז פונקט גלייך צו דער צייט, וואָס האָט גענומען דעם צווייטן ליכט-שטראַל צו לויפן פון „בע״ ביז „מ״.

האָבן מיר, הייסט עס, אַ מיטל אויסצוגעפינען גלייכצייטיקייט פאַר פאַסירונגען, וואָס קומען פאָר אין אַ רוענדיקער סיסטעם. קאָנען מיר דעמזעלביקן מיטל אָנווענדן אין אַ סיסטעם, וואָס געפינט זיך אין באַוועגונג?

לאָמיר אָננעמען, אַז אַ באַן, די לענג אַ הונדערט מעטער, טראָגט זיך מיט אַ געוויסער געשווינדקייט איבער די רעלסן פון דער דאַמבע. לאָמיר אָננעמען, אַז עס איז נויטיק, אַז אין אַ געוויסער צייט, ביי אַ געוויסן פּלאַץ פון דער דאַמבע, זאָל אין דעם אָנהויב פון דעם צוג און אין דעם סוף פון דעם צוג גע-

געבן ווערן אַ גלייכצייטיקער ליכט-סיגנאַל (ביידע סיגנאַלן זאָלן אויפלייכטן אין איין-און-דעמזעלביקן הרף-עין), און אַז עס איז אויסגעאַרבעט געוואָרן אַזאַ מעכאַניזם, וואָס זאָל דאָס אויס-פירן פונקט אין דער באַשטימטער צייט, ווען דער צוג טראָגט זיך פאַרביי אַ באַשטימטן אָרט.

ווי קאָן מען אויספּרווון, צי דער מעכאַניזם אַרבעט ריכ-טיק, אויך ווען דער צוג טראָגט זיך מיט זיין גרעסטער גע-שווינדקייט? אַלץ טאַקע דורך דערזעלביקער מעטאָדע. פונקט אין דער מיטן פון דעם צוג וועלן מיר אַוועקשטעלן אַ מענטש מיט אַ צוזויפגעשטעלטן טאָפּל-שפּיגל אין דער האַנט, אין וועלכן ער קאָן זען ביידע פונקטן, פון וואַנען עס דאַרפן אויפלייכטן די סיגנאַלן. אויב ער וועט זען, אַז זיי לייכטן אויף גלייכצייטיק, קאָן ער זיין זיכער, אַז אָט די צוויי דערשיינונגען זענען פאָרגעקומען אין איין-און-דעמזעלביקן צייט-מאָמענט: אַלץ טאַקע מחמת יענץ געזעץ, וואָס לערנט אונז, אַז ליכט-שטראַלן לויפן דורך אין גלייכע צייטן גלייכע שטרעקעס, תמיד מיט דערזעל-ביקער געשווינדקייט און אַז עס איז דערביי קיין נפקא מיניה נישט, צי דער קערפּער, פון וואַנען די ליכט-שטראַלן קומען, געפינט זיך אין רו, אָדער אין באַוועגונג, — אַלץ איינס אין וועלכער ריכטונג.

איצטער וואַקסט אָבער אַרויס אַ שאלה וועגן אַ דריטן פאַל, און די שאלה איז די וויכטיקסטע פאַר דעם באַגריף פון „גלייכצייטיקייט”: מיר האָבן ביז אַהער אָנגענומען, אַז דער צו-קוקער מיט די שפּיגלען געפינט זיך אין אַ רעלאַציע פון רו צו יענער סיסטעם, פון וועלכער עס ווערן געגעבן די ליכט-סיגנאַלן. ווייל, אַפילו דער צוקוקער, וואָס פאָרט אינאיינעם מיט דעם צוג, געפינט זיך דאָך אין אַ רעלאַטיוון רו-צושטאַנד צו דעם ראָש זיך באַוועגנדיקן צוג. ווי איז אָבער, אַז די סיגנאַלן דאַרפן געגעבן ווערן צו אַ צוקוקער, וואָס געפינט זיך אין אַ צושטאַנד פון באַוועגונג לגבי דער סיסטעם, פון וועלכער עס דאַרפן אַרויסגעגעבן ווערן די סיגנאַלן, אָדער, — וואָס דאָס איז די-זעלביקע זאַך, — אַז די סיגנאַל-סיסטעם געפינט זיך אין באַ-

ווענונג לגבי אַ צוקוקער, וואָס געפינט זיך אין רו? ווי איז, אַז די דאַמבע-סיגנאַלן דאַרפן געשיקט ווערן צו דעם צוקוקער אין דעם שנעל-פאַרביי-ברויזנדיקן צוג, אָדער, אַז די צוג-סיגנאַלן דאַרפן געגעבן ווערן צו דעם צוקוקער אויף דער דאַמבע? וועלן אויך אין אָט דעם פאַל בלייבן אמת דיזעלביקע באַדינגונגען פאַר גלייכ-צייטיקייט?

אין דעם ענין דאַרף מען זיך אַביסל טיפער אַריינטראַכטן.

לאָמיר אָננעמען, אַז דער צוג שטייט אויף איין אָרט, אַזוי אַז זיין אָנהויב און זיין סוף שטייען פונקט אין פונקט אַנטקעגן יענע פלעצער, פון וועלכע עס דאַרפן אַרויסגעלאָזן ווערן די סיגנאַלן פון דער דאַמבע. מיר וועלן די צוויי פונקטן באַ-צייכענען מיט די אותיות „אַ״ און „בע״. דעמאָלט איז קלאָר, אַז פאַר דעם צוקוקער אויף דעם מיטן פון דעם צוג וועלן ביי-דע סיגנאַלן אויפלייכטן אַקוראַט אַזוי גלייכצייטיק, ווי פאַר דעם צוקוקער אויף דער דאַמבע, וועלכער שטייט פונקט אַנטקעגן אים.

איצטער לאָמיר אָננעמען, אַז אין דעמזעלביקן מאָ-מענט, ווען די צוויי סיגנאַלן ווערן גלייכצייטיק אָנגעצונדן אויף דער דאַמבע, הויבט דער צוג אָן צו פאָרן מיט אַ געוויסער גע-שווינדקייט, אין דער ריכטונג פון „אַ״ צו „בע״. דעמאָלט איז קלאָר, אַז מיט יעדער באַוועגונג פון דעם צוג ווערט קלענער דער מהלך, וואָס צווישן דעם פאָרנדיקן צוקוקער און דעם רוענדיקן „בע״-פונקט און עס ווערט גרעסער דער מהלך, וואָס צווישן אים און דעם רוענדיקן „אַ״-פונקט. דערפון איז על פי לאָ-גישער נויטווענדיקייט געדרונגען, אַז דער ליכט-שטראַל, וואָס לויפט פון „בע״, צו וועלכן דער צוג דערנענטערט זיך, וועט פריער באַמערקט ווערן אין שפיגל, איידער דער ליכט-שטראַל, וואָס לויפט פון „אַ״, פון וועלכן דער צוג דערווייטערט זיך. די ליכט-שטראַלן וואָס זענען גלייכצייטיק אַרויסגעלאָזן געוואָרן אויף דער דאַמבע, וועלן אַריינפאַלן נישט-גלייכצייטיק אין דעם באַוועגטן שפיגל פון דעם צוג און צוריק: כדי צו מאַכן, אַז אָט די פיזיקאַלישע דערשיינונגען זאָלן פאָרקומען גלייכצייטיק אויף דעם צוג, דאַרף מען זיי פון דער דאַמבע אַרויסשיקן נישט-

גלייכצייטיק. דעם סיגנאַל „אַ", פון וועלכן דער צוג דער־וויטערט זיך, דאַרף מען אַרויסשיקן אַביסל פריער, איידער דעם סיגנאַל „בע", צו וועלכן דער צוג דערנענטערט זיך.

מיט אַנדערע ווערטער הייסט עס: ווען מיר נעמען אָן, אַז די גרונט־פרינציפּן פון מעסטונגען פאַר פיזיקאַלישער „צייט־לעכקייט" זענען, ערשטנס, דער לויף פון ליכט־שטראַלן, און, צווייטנס, זייער גלייכצייטיקער צונויפטרעף אין איין פונקט, איז דעמאָלט אַבסאָלוט קלאָר, אַז די גלייכצייטיקייט פון אַ רוענדיקער סיסטעם איז נישט דיזעלביקע, וואָס די גלייכצייטיקייט אין אַ באַוועגטער סיסטעם, אַ באַוועגטער לגבי אים.

אָדער, ווי איינשטיין אַליין פאָרמולירט דעם רעזולטאַט:

„אויף אַזאַ אופן זעען מיר, אַז צו דעם באַגריף „גלייכ־צייטיקייט" קאָנען מיר נישט צומעסטן קיין אַבסאָלוטן באַטייט: צוויי פּאַסירונגען, וואָס זענען גלייכצייטיק, ווען מען באַטראַכט זיי פון איין קאָאָרדינאַטן־סיסטעם, קאָן מען נישט מער אויפ־פאַסן ווי גלייכצייטיקע פּאַסירונגען, ווען מען באַטראַכט זיי פון אַ סיסטעם, וואָס באַוועגט זיך רעלאַטיוו צו יענער סיסטעם." *)

מיט אַנדערע ווערטער הייסט עס: ווען מיר נעמען אָן, אַז דאָס ביז אַהער באַטראַכטע פאַר אַן אַבסאָלוטע, תמיד זיך זעלבסט גלייכע פּאָרקומעניש, פאַר אַן איין־איינציקע איבער דער גאַנ־צער וועלט, איז נישט קיין אַבסאָלוטער באַגריף, נאָר אַ רעלאַטיווער. מיר ווייסן שוין, אַז אָט די „גלייכצייטי־קייט" איז, לויט איינשטיין, דער יסוד פון אַלע דויער־אויס־מעסטונגען, ד. ה. פון דער „צייט" גופא. נישט פון יענער „אַל־וועלטלעכער", „איין־איינציקער", „ליידיקער" צייט, וועגן וועלכער עס רעדן אַלע יענע, וואָס האָבן זי קיינמאָל אין דער ווירקלעכ־קייט נישט געזען, נאָר פון יענער פיזיקאַלישער צייט־לעכקייט, מיט וועלכער מיר שטויסן זיך אָן אין דער ווירקלעכ־קייט און וועלכע מיר שטודירן אין דער פיזיק. ממילא מוזן מיר אָננעמען, אַז אויך אָט דידאָזיקע צייטלעכקייט, — אָדער „צייט־

*) קוועלן־בוך, ז. 31.

בכלל, — איז נישט קיין אַבסאָלוטע זאַך, נאָר אַ רעלאַטיווע. זי הענגט אָפּ פון דעם צושטאַנד פון די סיסטעמען, אין וועלכע זי קומט פאָר. אין אַ רוהענדיקער סיסטעם פאַר זיך און אין אַ באַוועגטער סיסטעם פאַר זיך איז זי איינע, אין אַ באַוועגטער לגבי אַ רוהענדיקער און אין אַ רוהענדיקער לגבי אַ באַוועגטער איז זי אַן אַנדערע.

מיר ווייסן שוין אָבער אויך, אַז די גלייכצייטיקייט איז דער יסוד נישט נאָר פאַר צייט־מעסטונגען, נאָר אויך פאַר רוים־מעסטונגען. מיר האָבן אויבן אָנגעטייט, אַז ווען איך זאָג: „מיין טיש איז אַ קלאַפטער די לענג״ האָט דאָס דעם באַטייט, אַז אַלע מאָל, ווען איך מעסט דורך זיין לענג מיט אַ פעסטן קלאַפטער, פאַלן גלייכצייטיק צונויף זיין אָנהויב און זיין סוף מיט יענע פונקטן, וועמעס מהלך, אָדער דעם צווישן־אָפּשטאַנד, איך וויל אויסמעסטן.

עס איז גענוג נאָר אַביסל אריינצוטראַכטן זיך אין דעם ענין, כדי תּיכּף צו באַמערקן, אַז אויך דאָ האָבן מיר פאַר אונז דאָסזעלביקע פּראָבלעם און דיזעלביקע מעגלעכע פאַלן, וואָס אין דעם ענין פון דער צייט.

אין דער מעסטונג פון אַ געוויסער לענג מיט אַ געוויסער מאָס, לאָז זיין אַ קלאַפטער־מאָס, — איז איינגעשלאָסן דער שטילער זעלבסטפאַרשטענדלעכער פאָר־באַדינג, אַז סיי די צו־מעסטנדיקע לענג, סיי דער ארויפגעלעגטער קלאַפטער, זאָלן זיך געפינען, איינס צום אַנדערן, אין אַ צושטאַנד פון רו, צי איך מעסט מיט אַ רוהענדיקן קלאַפטער די רוהענדיקע דאַמבע, אָדער מיט אַ פאָרנדיקן קלאַפטער דעם פאָרנדיקן צוג, — אין ביידע פאַלן געפינען זיך קלאַפטער און מעסט־רוים אין אַ צושטאַנד פון רו איינס לגבי דעם אַנדערן. ממילא האָבן זיי דיזעלביקע באַדינגונגען פאַר גלייכצייטיקייט, און ממילא איז די „רוימלעכקייט״ פון דעם קלאַפטער דיזעלביקע, וואָס די רוימלעכקייט פון דעם מעסט־רוים.

ווי אָבער, אַז איך מעסט מיט אַ פאָרנדיקן קלאַפטער די רוהענדיקע דאַמבע, צ. ב., ווען איך מעסט זי, פאָרנדיק אויף

אַ קליינעם נידעריקן וואַגאָנעט? אָדער ווען איך מעסט אַ לויפנדיקע לענג, — צ.ב.ש. אַ לויפנדיקן שטראָב, — מיט אַ קלאַפּטער, וואָס געפינט זיך אין רו? עס איז קלאָר, אַז דערביי קאָנען נישט אָפּגעהיט ווערן דיזעלביקע באַדינגונגען פון גלייכצייטיקייט, ווי אין די פריערדיקע פאַלן.

שטרענגט אָן אייער אויפמערקזאַמקייט אויף דעם פאַל מיט דעם וואַגאָנעט און דער רוענדיקער דאַמבע. לאָמיר אָננעמען, אַז דער וואַגאָנעט רוט. זיצנדיק אויף אים, לעגט איר אַרויף אַ קלאַפּטער אויף דער דאַמבע, און איר מאַרקירט אויף איר זיין אָנהויב און זיין סוף מיט די אותיות „אַ" און „בע": דער מהלך צווישן זיי איז דעריבער די לענג אַ קלאַפּטער. איצטער ווילט איר נאָכאַמאָל אַ מעסט טאָן דעזעלביקן מהלך מיט דעמזעלביקן קלאַפּטער, אָבער אין מאָמענט, ווען איר ווילט דאָס טאָן, הויבט דער וואַגאָנעט אָן צו פאָרן, ממילא וועלן שוין נישט דער אָנהויב און נישט דער סוף פון דעם קלאַפּטער נישט קאָנען גלייכצייטיק צונויפפאַלן מיט די פונקטן „אַ" און „בע". כדי זיי זאָלן דאָס קאָנען, דאַרף גאָט טאָן אַ נס און מאַכן, אַז דער קלאַפּטער אין דער באַוועגונג זאָל ווערן אַן אַנדערער, איידער דער זעלביקער קלאַפּטער אין דער רו. ער דאַרף זיך קאָנען פאַנאַנדערציען אין אָנהויב, כדי נישט צו פאַרלאָזן דעם פונקט „אַ", פון וועלכן ער פאָרט אַוועק, און זיך צונויפשרומפּן אין סוף, כדי נישט אַריבערצושפּרינגען דעם פונקט „בע", צו וועלכן ער לויפט.

אין פלוג קאָן אויסקומען, אַז די אויסציאונג און צונויפשרומפּונג וועלן דאָ קאָמפּענסירן איינע די אַנדערע, און דער קלאַפּטער וועט האָבן זיין פריערדיקע לענג. אָבער דאָס איז אַ גרויסער טעות. פאַרגעסן מיר נישט, אַז דאָ מוז אָפּגעהיט ווערן דער באַדינג פון „גלייכצייטיקייט", אַז די „גלייכצייטיקייט" פון אַ באַוועגטער סיסטעם, איז נישט דיזעלביקע, וואָס אין אַ רוענדיקער סיסטעם, און אַז די גלייכצייטיקייט דאַרף אין ביידע פאַלן קאָנסטאַטירט ווערן אויף דעם גרונד פון דעם געזעץ, אַז די

ליכט-געשווינדקייט דאַרף בלייבן דיזעלביקע סיי פאַר דער רוענ־דיקער סיסטעם, סיי פאַר דער באַוועגטער.

אונטער אַזעלכע באַדינגונגען קאָן שוין אייך קיינער נישט קאַווירן לכתחילה, אַז די פאַנאַנדערציאונגען וואָלטן געקאָנט קאָמפּענסירט ווערן מיט די צונויפשרומפּונגען. מען דאַרף אויס־רעכענען די נפקא מיניה צווישן די צוויי גלייכצייטיקייטן, כּדי אויסצוגעפינען די נפקא מיניה צווישן די קלאַפּטערס (אויב אַזאַ נפקא מיניה איז דאָ) און ווען מיר דער־מאָנען זיך נאָך — פון אונזער צווייטן קאַפּיטל — אַז „רוים־לעכקייטן״ און „צייטלעכקייטן״ ווערן נישט פאַנאַנדערגעטיילט אין צוויי באַזונדערע חשבונות, אז מען האָט דאָ צו טאָן מיט איין־איינציקער פיזיקאַלישער דערשיינונג, דער „רוימלעך־צייטלעכקייט״, איז שוין לייכט צו פאַרשטיין, אַז דער חשבון איז דאָ נישט אַזאַ פשוטער, ווי עס קאָן זיך דוכטן אויפן ערשטן בליק.

אינדעראמתן איז דאָס אַ שאַרפער מאַטעמאַטישער חשבון. די אויפגאַבע פון דעם חשבון פאָרמולירט איינשטיין אין דער פאָלגנדיקער פראַגע: קאָן מען דענקען אַ וועלכע עס איז שייכות צווישן אָרט און צייט פון די איינ־צעלנע פאַסירונגען בנוגע די ביידע רעלאַטיוו־סיסטעמען אויף אַזאַ אופן, אַז יעדער ליכט־שטראַל זאָל האָבן דיזעלביקע „קאָנסטאַנטע״ אויס־בְרייטערונגס-געשווינדקייט סיי אין רעלאַציע צו דער דאַמבע, סיי אין רעלאַציע צו דעם צוג (אָדער דעם וואַגאָנעט)? *)

און איינשטיין האָט דעם חשבון געמאַכט מיט דער גע־נויעסטער מאַטעמאַטישער פּינקטלעכקייט, און ווי מבינים זאָגן, איז די דורכפירונג פון דעם חשבון אַליין געווען אַ שטיק מאַ־טעמאַטישע גאונות.

דער רעזולטאַט, צו וועלכן איינשטיין קומט, איז אַזאַ:

---

*) אַלגעמיינפאַרשטענדלעך, ז. 20.

ווען מיר פאַרגלייכן די ערטער און די צייטן פון אַ סיסטעם, וואָס געפינט זיך אין אַ באַוועגונג, מיט די ערטער און די צייטן פון אַ סיסטעם, וואָס געפינט זיך לגבי איר אין רו, זעען מיר, אַז די ערטער (אָדער די „קלאַפטערס") ווערן אַלץ קלענער, וואָס געשווינדער עס איז די באַוועגונג, און אַז די צייטן (אָדער די „סעקונדעס") ווערן דערביי אַלץ גרעסער. און ער ווייזט אָן, אויף וויפל עס ווערט קלענער די רוימלעכקייט און אויף וויפל עס ווערט גרעסער די צייטלעכקייט.

אונז וועט נאָך מסתמא אויסקומען נענטער באַקאַנט צו ווערן מיט זיינע פאָרמולן און מיט די צווישן-שייכותן פון די איינצלנע עלעמענטן, וואָס גייען אין זיי אַריין. דעמאָלט וועט אונז אויך קלאָרער ווערן די אמתע באַדייטונג פון איינשטיינס אַנטדעקונג.

דאָ מוזן מיר נאָך באַמערקן, אַז די פאָרמולן, צו וועלכע איינשטיין איז געקומען אין אַ ריין-מאַטעמאַטישן חשבון, האָבנדיק פאַר זיך נאָר צוויי אַבסטראַקטע סיסטעמען, — איין סיסטעם אין רו און איין סיסטעם אין באַוועגונג לגבי איר, — אַז אָט די פאָרמולן, זאָג איך, שטימען פונקט צונויף מיט יענע פאָרמולן, וועלכע לאָרענץ האָט פאָרגעשלאָגן פאַר די פאַרפלאָנטערטע אָפּטישע און עלעקטרישע פראָצעסן, — ווי אויך פאַר דעם מיכעלסאָנשן פרווו, — וואָס האָבן אַזוי מטושטש געמאַכט די מוחות פון די געלערנטע, און וועלכע לאָרענץ האָט דערקלערט דורך דער ווירקונג פון געוויסע פיזיקאַלישע כוחות (דאָס שפיל פון מאָלעקולאַר-קרעפטן אונטער געוויסע אויסנאַמס-באַדינגונגען, ווען די קערפּער באַוועגן זיך מיט אַ באַשטימטער שנעלקייט אין אַ רוענדיקן עטער).

נאָך איינשטיינס אויסרעכענונגען האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז די רעזולטאַטן, צו וועלכע לאָרענץ איז געקומען אויף דעם יסוד פון זיינע עקספּערימענטאַל-מאַטעמאַטישע אויספאָרשונגען, האָבן גאָר נישט נישט צו טאָן נישט מיט געוויסע אויסנאַמס-פאַלן, נישט מיט מאָלעקולאַר-קרעפטן, נישט מיט אַ וואָסער עס איז „עטער", וועלכן קיינער האָט נישט געזען, זיי זענען אַ פּראָדוקט פון אַן

אַלגעמיינעם פיזיקאַלישן געזעץ בכלל, אונטער וועלכן עס זע־
נען אונטערגעוואָרפן אַלע מעכאַניש־פיזיקאַלישע פּאַסירונגען, אָן
אַן אויסנאַם. אַ געזעץ, וואָס זאָגט, אַז די „רוים־צייטלעכקייט״
פון אַ באַוועגטער סיסטעם איז אַן אַנדערע, איידער די רוים־צייט־
לעכקייט פון אַ רועֿנדיקער, און אַז זיי שטייען איינע צו דער
אַנדערער אין אַ געוויסער מאַטעמאַטיש־פּינקטלעכער שייכות.
צוליב לאָרענצס כּבֿוד האָט איינשטיין זיין חשבון אַ נאָמען גע־
געבן: „די לאָרענץ־טראַנספאָרמאַציע״.

V

אין די פאָריקע קאַפּיטלען האָבן מיר געפּרוּווט דערקלערן, זוי אַזוי און פאַרוואָס איינשטיין איז געקומען צו דעם רעזולטאַט, אַז די צייט-מאָסן און די לענג-מאָסן זענען נישט אַבסאָלוט, נאָר רעלאַטיוו. ווען מען פאַרגלייכט די צייט-און-לענג-מאָסן פון אַ קערפּער, וואָס געפינט זיך אין רו מיט דיזעלביקע צייט-און לענג-מאָסן פון אַ קערפּער, וואָס געפינט זיך אין באַוועגונג לגבי דעם פריצרדיקן, קומט אויס, אז די סעקונדע אין דעם באַוועגטן קערפּער איז גרעסער, איידער די סעקונדע אין דעם רוענדיקן און אַז זיין מעטער איז אין דערזעלביקער פּראָפּאָרציע קלענער פאַר דעם מעטער אין דעם רוענדיקן.

אויף וויפל קלענער און אויף וויפל גרעסער? — דעם ענטפער דערויף גיט אונז די פאַרוואַנדלונגס-פאָרמול, וועלכע איינשטיין האָט אַ נאָמען געגעבן די „לאָרענץ-טראַנספאָרמאַציע”.

כדי צו געפינען דעם סכום. אויף וועלכן דער צייט-לויף ווערט פאַרלאַנגזאַמט און די לענג ווערט פאַרקירצט, אַ דאַנק דער רעלאַטיווער באַוועגונג, דאַרף מען מאַכן דעם פאָלגנדיקן ־שוטן מאַטעמאַטישן חשבון:

מען נעמט דעם קוואַדראַט פון דער געשווינדקייט, מיט ,עלכער דער קערפּער באַוועגט זיך, און מען צעטיילט אים אויף דעם קוואַדראַט פון דער ליכט-געשווינדקייט. דעם געפונענעם חלק נעמט מען אַראָפּ פון דער איינס און פון דעם רעשט ציט מען אַרויס אַ קוואַדראַט-וואָרצל. (די פאָרמול לייענט זיך:

„קוואַדראַט-וואָרצל פון איינס מינוס ווע-קוואַדראַט, געטיילט אויף צע-קוואַדראַט״).

כדי צו געפינען אויף וויפל די „באַוועגטע״ סעקונדע איז גרעסער פאַר דער „רוענדיקער״, דאַרף מען די רוענדיקע סעקונ-דע צעטיילן אויף יענעם סכום: „איינס געטיילט אויף קוואַדראַט-וואָרצל פון איינס מינוס ווע-קוואַדראַט, געטיילט אויף צע-קוואַדראַט״. און וויל מען וויסן, אויף וויפל קלענער עס ווערט די לענג-מאָס, דאַרף מען די איינס נישט צעטיילן, נאָר כפלען אויף דעמזעלביקן סכום: „איינס, געכפלט אויף קוואַדראַט-וואָרצל פון איינס מינוס ווע-קוואַדראַט, געטיילט אויף צע-קוואַדראַט״; נאָר אָט דאָס ביסעלע „מאַטעמאַטיקע״ זאָל דאָ געבראַכט ווערן פון אַלע יענע, פאַר אונז, דעם אמת געזאָגט, „מיסטישע״ „צירופֿי-אותיות״ פון דער לאָרענץ-טראַנספאָרמאַציע, וואָס מיט זייער הילף האָט איינשטיין רעוואָלוציאָנירט די מאָדערנע פיזיקאַלישע נאַטור-וויסנשאַפט, ווי אַ בעל-שם מיט זיינע קאַבאַליסטישע שמות.

דער וווּנדער-שאַפנדיקער סכום גופא ווערט אין דער וויסנ-שאַפטלעכער ליטעראַטור אָפט אָפגעקירצט און אָנגערופן: „די צאָל בעטאַ״. מיר וועלן זי רופן די „לאָרענץ-צאָל״.

מיר האָבן זי דאָ געבראַכט, ווייל זי וועט אונז מסתמא נאָך צונוצקומען אין די ווייטערדיקע רייד; דער עיקר אָבער צוליב דעם, כדי די, וואָס פאַרשטייען אַביסל דעם ענין פון אַל-געבראַאישע אותיות, זאָלן אויפן שטעל געווינען אַ באַגריף, ווי געוואַלטיק-קליין די צאָל איז, ווען מען האָט צו טאָן מיט די געוויינלעכע געשווינדקייטן פון זיך באַוועגנדיקע קער-פערס, וואָס ווערן שטודירט אַפילו אין דער אַסטראָנאָמיע, און ווען מען פאַרגלייכט זיי, די געשווינדקייטן, מיט דער גע-שווינדקייט פון אַ ליכט-שטראַל.

דער בערלינער אַסטראָנאָם, דר. פ. באַרנעוויטש, ברענגט אין זיין אַרבעט וועגן איינשטיינס רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע אַ טאַ-בעלע, וואָס גיט אונז אַן אומגעפערן באַגריף וועגן דער פאַר-לענגערונג פון די צייט-מאָסן און דער פאַרקלענערונג פון די לענג-מאָסן, ווען מען זאָל די ערד באַטראַכטן פאַר דעם רוענ-

דיקן קערפּער און מען זאָל די ערד-סעקונדע און דעם ערד-מע-טער נעמען פאַר די פאַרגלייכנדיקע איינסן.

ווען אַ קערפּער באַוועגט זיך לגבי דער ערד מיט דער שנעלקייט פון טויזנט (1000) קילאָמעטער אין אַ סעקונדע, איז דעמאָלט ווערט זיין סעקונדע פאַרגרעסערט אויף צוויי הונדערט טויזנטל סעקונדע (1,00002) און זיין מעטער ווערט פאַרקלענערט אויף צוויי הונדערטל מיל'מעטער (999,98).

ביי אַ באַוועגונג פון הונדערט-טויזנט קילאָמעטער אין אַן ערד-סעקונדע ווערט די „באַוועגטע" סעקונדע פאַרלענגערט אויף גאַנצע זעקס הונדערט און זעקס (606) הונדערטער-טויזנטל, און דער מעטער פאַרלירט וואָסערע זיבן און פופציק מיט אַכצן הונ-דערטל מילימעטער פון זיין לענג (מ. מ. 745,35).

ערשט ביי אַ געשווינדקייט פון קרוב צו צוויי הונדערט און זעכציק טויזנט קילאָמעטער אין אַ סעקונדע (259,806) פאַר-טאָפּלט זיך די דויער פון דער סעקונדע און עס האַלבירט זיך די לענג פון דעם מעטער.*)

די צאָלן דערקלערן אונז, פאַר וואָס מען האָט ביז איצ-טער נישט באַמערקט די ענדערונג אין די דויער-און-לענג-מאָסן. קיין אונז באַקאַנטער קערפּער, אַפילו נישט די שנעלסטע הימל-קערפּערס, באַוועגן זיך נישט מיט אַזאַ געשווינדקייט, וואָס זאָל איבערלאָזן אויף אונז אַ מערקלעכן רושם דורך זייער געענדער-טער רוים-צייטלעכקייט.

איינשטיין זאָגט אויך דעריבער, אַז זיין רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע האָט נאָר אַ ריין טעאָרעטישן ווערט, קאָן אָבער נישט האָבן קיין וועלכע עס איז דירעקטע פּראַקטישע באַדייטונג. זיין באַמערקונג איז געווען נישט איבעריק אין יענער צייט, ווען מען האָט אויף דעם סמך פון זיין לערע געלאָזט די פאַנטאַזיע זיך פאַנאַנדערשפּילן און טראַכטן וועגן באַדינגונגען, וואָס זאָלן פאַרלענגערן די קאַרגע פאַר צענדליק יאָר פון דעם מענטשנס

---

*) ד"ר. פּ. בערנשטיין. א. איינשטיינס רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע, ראָסטאָק, 1920, ז. 8.

לעבן. דער וויציקער מאָשקאָווסקי האָט — אַליין אָדער מיט איינשטיינס הילף — אַפילו שוין אויסגעטראַכט אַ גאַנץ איינפאַכן אַפּאַראַט, מיט וועלכן מען קאָן פאַרלענגערן די מענשטלעכע יאָרן. מען דאַרף נאָר אויפבויען אַ קאַרוזעל, וואָס זאָל זיך דרייען אין אַ קרייז פון אַן ערך ד ר י י ס י ק מ י ל י אַ ר ד ן ק י ל אָ־מ ע ט ע ר די לענג. די געשווינדקייט פון דער דריי־מאַשין זאָל זיין טויזנט קילאָמעטער אַ סעקונדע. דרייען זיך זאָל מען אַ יאָר נאָכאַנאַנד. וועט מען דערביי געווינען אַ — סעקונדע צייט *), ד. ה. מען וועט דערביי עלטער ווערן נישט אויף אַ גאַנץ יאָר, נאָר אויף אַ יאָר אָן אַ סעקונדע ! *).

געוויס איז פאַר אונזערע איצטיקע צייטן שווער זיך פאָר־צושטעלן אַ פאַל, ווו די אַנטדעקטע רעלאַטיוויטעט פון רוים און צייט זאָל קאָנען שפּילן אַ וועלכע עס איז דירעקטע ריין־פּראַק־טישע ראָלע. אָבער מיר קאָנען צוטראַכטן אַ פאַל פאַר דער ווייטער־ווייטער צוקונפט, ווען די באַקאַנטשאַפט מיט די נייע געזעצן פון רוים־צייטלעכקייט וואָלט געווען פון דער גרעסטער פּראַקטישער באַדייטונג.

מיר ווילן דאָ ברענגען אַזאַ פאַל, נישט כּדי צו העלפן דער צוקונפטיקער מענטשהייט, — זי וועט זיך מסתּמא באַגיין אויך אָן אונזער הילף, — נאָר ווייל אויף דעם פאַל קאָן נאָך קלאָרער ארויסגעבראַכט ווערן דער עמפּירישער זין פון דער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע.

שוין ביי דעם איצטיקן שטאַנד פון דער וויסנשאַפט קאָן מען פאָראויסזען די מעגלעכקייט פון אַ צייט, ווען מענטשן וועלן אין אַ קינסטלעכן פלי־אַפּאַראַט קאָנען פאַרלאָזן די ערד, כּדי בעסער באַקאַנט צו ווערן מיט דעם הימל.

---

*) אל. מאָשקאָווסקי, איינשטיין, בערלין, 1921, ז. 205. אויף דעם זעלבן אופן קאָן מען אויסרעכענען, מיט וואָס פאַר אַ געשווינדקייט עס האָט געדאַרפט זיין דער „קפיצת הדרך״ פון יענעם רבין, כּדי דורכצופירן דעם נס, אַז „פון איין זייט וועג — שבת, פון דער אַנדערער זייט וועג — שבת, און אין מיטן, ווו דער רבי פאָרט, איז אום־דער־וואָכן״....

לאָמיר זיך דעריבער פאָרשטעלן, אַז אַזאַ פלי־אַפּאַראַט ווערט אַרויסגעשיקט צו אַ גאַנץ ווייטן פּלאַנעט, און עס ווערט אָפּגעמאַכט, אַז ערד און פלי־שיף זאָלן שטיין אין קאָנטאַקט דורך ליכט־סיגנאַלן. אַ ליכט־סיגנאַל פון אַ מעטער די לענג, וואָס זאָל לייכטן אַ סעקונדע, אויסגעלאָשן ווערן פאַר אַ סעקונדע און ווידער אָנגעצונדן ווערן לויט די זעלביקע צייט־לעכע אונטערוואַלן, זאָל באַטייטן, אַז אַלץ איז אין בעסטער אָרדנונג און אַז די שיף קאָן פליען ווייטער. אויב אָבער דער סיגנאַל וועט זיין נאָר אַ האַלבן מעטער די לענג, אויב ער וועט אָנהאַלטן צוויי סעקונדן און וועט אויפבליצן מיט אונטער־וואַלן פון צוויי סעקונדן, זאָל דאָס באַדייטן „געפאַר". ווען די שיף וועט שיקן אַזאַ סיגנאַל וועט דאָס הייסן, אַז די ערד דאַרף אַרויסשיקן הילף; ווען אָבער די ערד וועט באַווייזן אַזאַ גע־פאַר־צייכן, דאַרף די שיף זיך אומקערן צוריק.

אַלץ גייט אין אָנהויב כּשורה. די שיף פאָרט אַרויס מיט אַן אַלץ וואַקסנדיקער געשווינדקייט. און די סיגנאַלן אַרבעטן באַ־רואיקענדיק. נאָר נאָך אַ געוויסער צייט, ווען מען האָט מחמת דעם וועטער נישט געקאָנט זען קיין סיגנאַלן און בעת די שיף האָט דערגרייכט יענע געשווינדקייט, ווען די „באַוועגטע" סעקונדע ווערט פאַרטאָפּלט און דער באַוועגטער מעטער פאַרלירט אַ העלפט פון זיין לענג, האָבן ביידע צדדים, — סיי די צוקוקער פון דער ערד, סיי די צוקוקער פון דער שיף, — פּלוצלונג באַ־מערקט די צייכנס פון געפאַר. די סיגנאַלן אויף ביידע זייטן,— אי אויף דער ערד, אי אויף דער שיף, — זענען געוואָרן אַ האַלבן מעטער די לענג און האָבן גענומען דויערן צוויי סעקונדן מיט איבעררייסן פון דערזעלביקער דויער.

די „ערד" האָט תּיכּף גענומען אויסריכטן אין וועג אַ הילפס־עקספּעדיציע און די ערשטע שיף האָט תּיכּף אַ קער גע־טאָן זיך צוריק צו דער ערד. אָנגעקומען אויף דער סטאַציע, האָבן ביידע צדדים באַשאָטן איינער דעם אַנדערן מיט פראַגן: וואָס איז געשען? וואָס האָט פּאַסירט?

— ביי אונז, ענטפערן די שיפסלייט, האָט גאָרגישט פּאַ־

סירט, מיר האָבן באַמערקט אייער געפּאַר־סיגנאַל און זענען תּיכּף געקומען צוריק.

— וואָס? — פּראָטעסטירט „די ערד״. מיר האָבן אייך געשיקט אַ געפאַר־סיגנאַל? מיר האָבן תּמיד געהאַלטן אונזערע סיגנאַלן אַ מעטער די לענג, אַ סעקונדע איבער אַ סעקונדע! דאָס האָט איר דאָך פּלוצלונג געמומען אַרויסשיקן געפאַר־צייכנס: אַ האַלבן מעטער די לענג, צוויי סעקונדן איבער צוויי סעקונדן.

— מיר? — וואונדערט זיך ווידער „די שיף״. איר האָט אַ טעות! מיר האָבן די גאַנצע צייט טריי אָפּגעהיט אונזער זיכערקייטס־סיגנאַל. אַ מעטער די לענג, אַ סעקונדע איבער אַ סעקונדע.

ערשט איצט האָט מען זיך אַ כאַפּ געטאָן, אַז עפּעס מוז דאָ זיין נישט גלאַטיק מיט די סיגנאַלן, ד. ה., מיט זייערע דויערס און זייער לענג, און נאָך אַ לאַנגע שורה פון עמפּירישע פּרוּוון איז מען עקספּערימענטאַל געקומען צו דעם באַשלוס, אַז מיט דער ענדערונג פון דער רעלאַטיווער געשווינדקייט, ענדערן זיך די דויערן און די לענגן, — אויב די לענגן ליגן אין דער ליניע פון דער באַוועגונג, — און מען האָט אַנטדעקט דאָס איינשטיינשע געזעץ פאַר רוים־צייטלעכקייט.

פון אָט דעם היפּאָטעטישן פאַל ווערט אויך קלאָר דער זין, אין וועלכן מען דאַרף פאַרשטיין איינשטיינס באַהויפּטונג, אַז די צייט־און־רוים־מאָסן ווערן, אַ דאַנק דער באַוועגונג, פאַרלענגערט, אָדער פאַרקירצט. פיל פון איינשטיינס מפרשים שטעלן פאָר די זאַך אַזוי, אַז נאָר די „באַוועגטע״ צייטן און מאָסן ענדערן זייער גרויס (פאַרגליכן מיט די „רוענדיקע״), די „רוענדיקע״ אָבער בלייבן אומפאַרענדערט. אין אונזער פאַל וואָלט דאָס געהייסן, אַז „די שיף״ וואָלט „געזען״ די ערד־סעקונדן און ערד־מעטערס תּמיד אומפאַרענדערט אין זייער גרויס, און נאָר „די ערד״ וואָלט געזען, ווי די רוים־צייטלעכקייט פון דער שיף ענדערט זיך מיט דער געשווינדקייט פון איר באַוועגונג.

אָבער אַזאַ אויסטייטש גייט להיפּוך צו דעם גאַנצן זין פון

איינשטיינס לערע. אויב דאָס וואָלט געווען אַזוי, וואָלט די פאַר־ענדערונג באַקומען אַן אַבסאָלוטן כאַראַקטער און וואָלט פאַר־לאָרן איר רעלאַטיוויטעט. מען וואָלט דעמאָלט געקאָנט קלאָר אָנטייטן, וועלכער פון די צוויי קערפּערס, — שיף און ערד, — געפינט זיך אין רו, און וועלכער אין באַוועגונג: יענער קערפּער, וועמעס מאָסן עס ווערן נישט פאַרענדערט, איז אין אַ צושטאַנד פון רו, און נאָר דער אַנדערער איז אין דעם צושטאַנד פון באַוועגונג.

מיר האָבן אָבער שוין אין דעם ערשטן קאַפּיטל געזען, אַז „רו" און „באַוועגונג" זענען נישט קיין אַבסאָלוטע צושטאַנדן, נאָר רעלאַטיווע. מיט דעמזעלביקן רעכט, מיט וועלכן מיר זאָגן, אַז די ערד רוט, און די שיף פליט פון איר אַוועק, קאָנען מיר אויך זאָגן פונקט פאַרקערט, אַז די שיף רוט, און די ערד פליט פון איר אַוועק אין אַן אַנטקעגנדיקער ריכטונג. און די זעלביקע פיזיקאַלישע געזעצן וואָס קומען פאָר, ווען מען נעמט אָן, אַז די ערד רוט און די שיף פליט, מוזן אויך פאָרקומען, — ד. ה. אויפגענומען ווערן אין דער ווירקלעכקייט, — ווען מען נעמט אָן, אַז די שיף רוט און די ערד פליט פון איר אַוועק.

פונקט ווי די ערד מוז „זען", אַז די „באַוועגטע" שיף־סעקונדע דויערט (פאַר דער ערד) צוויי סעקונדן, אַזוי מוז די שיף פון איר זייט „זען", אַז די „רוענדיקע" ערד־סעקונדע דויערט (פאַר דער שיף) נישט איינע, נאָר צוויי סעקונדן. און פונקט ווי „די ערד" איז זיכער, אַז אירע סעקונדן האָבן זיך אין דער צייט נישט געביטן, אַזוי קאָן אויך זיכער זיין די שיף. די זייגערס ווי דאָ, אַזוי דאָרטן, זענען געווען גוט אויסגערעגולירט און זענען די גאַנצע צייט געבליבן „סינכראָן", ד. ה., דער טעמפּ פון זייער גאַנג איז די גאַנצע צייט געבליבן דער גלייכער פאַר ביידן. און פונדעסטוועגן האָבן ביידנס צייטן און מאָסן אין איין־און־דערזעלביקער צייט אי יאָ געביטן זיך, אי נישט גע־ביטן זיך: נישט געביטן זיך אין רעלאַציע צו זיך אַליין, יאָ געביטן זיך אין רעלאַציע צו דעם אַנדערן. אָט דעם פונקט מוז

דער לייענער תמיד האַלטן אין אויג, ווען ער וויל פאַרשטיין דעם ריכטיקן זין פון רעלאַטיוויטעט.

עס איז צו נאַטירלעך, אַז דער לייענער זאָל זיך דערבײַ שטעלן די פראַגן: וואָס קומט פאָר מיט דער סעקונדע גופא, מיט דעם מעטער גופא, ווען מען באַטראַכט די סעקונדע ווי זי איז „אין זיך", און דעם מעטער, ווי ער איז „אין זיך", אָן אַ ברעקל שייכות צו דער שיף און צו דער ערד?

אָבער שטעלן אַזאַ פראַגע, הייסט אין גאַנצן פאַרלאָזן יע־נעם רעלאַטיוויטעט-באָדן, אויף וועלכן איינשטיין האָט אַוועקגע־שטעלט די וויסנשאַפט. דאָס הייסט, ווידער אומקערן זיך צו דעם שטאַנדפונקט פון ניוטאָנען און פון דעם שכל הישר, וואָס זאָגט, אַז עס איז דאָ אַן אַבסאָלוטער רוים, וואָס „רוט" און אַן אַב־סאָלוטע צייט, וואָס „פליסט" אָן אַ ברעקל שייכות צו די פראַ־צעסן וואָס קומען אין זיי פאָר. צוליב די אינטערעסן פון אַן איינהייטלעכער פיזיק, פאַרלאָזט איינשטיין אָט דעם אייגעוואָר־צלטן מענטשלעכן גלויבן. ער זאָגט: נישטאָ קיין אַבסאָלוטער רוים, נישטאָ קיין אַבסאָלוטע צייט, נישטאָ קיין אַבסאָלוטע רו, נישטאָ קיין אַבסאָלוטע באַוועגונג. עס איז אַלץ רעלאַ־טיוו. און עס איז נישטאָ קיין איין דערשיינונג אין דער נאַטור, וואָס זאָל זיין אַ מיוחס אין אָט דעם פרט און וועלכע מען זאָל קאָנען שטודירן „אין זיך גופא", אָן אַ ברעקל שייכות צו די איבעריקע דערשיינונגען.

יעדע פיזיקאַלישע דערשיינונג האָט די אָדער יענע אייגנ־שאַפטן, עס ווענדט זיך אָן דעם, אין וועלכער שייכות זי שטייט צו אַנדערע פיזיקאַלישע דערשיינונגען.

איז מיין סעקונדע אַ סעקונדע? גאַנץ זיכער, ווען איך נעם די סעקונדע אין שייכות צו דער ערד. אָבער איז מיין סעקונדע אַ סעקונדע אין שייכות צו אַ צוקוקער, וואָס טראָגט זיך ערגעץ-ווו אין דער וועלט אויף אַ קערפּער, וואָס פליט מיט אַ געשווינדקייט פון וואָסערע 260,000 קילאָמעטער אין אַ סעקונ־דע? — איך און יענער צוקוקער האָבן די בעסטע זייגערס, וואָס זענען גלייך אָנגעשטעלט געוואָרן, וואָס מאַכן קיין פעלער

נישט אין זייער גאַנג, וואָס לויפן נישט און פאַרשפּעטיקן זיך נישט, און וואָס קלאַפּן אָפּ די סעקונדעס אין איין-און-דעם-זעלבן טעמפּ, ווען יעדער איינער פון אונז פאַרגלייכט זיי, לאָמיר זאָגן, מיט דעם גאַנג פון דער זון. און פון דעסטוועגן וועט מיין סעקונדע, ווען איך זאָל זי לאָזן אויפבליצן פאַר יענעם צו-קוקער אין אַ ליכט-סיגנאַל, דויערן צוויי סעקונדן אויף זיין זייגער, און זיין סעקונדע, ווען ער זאָל זי אויף דעמזעל-ביקן אופן לאָזן אויפבליצן פאַר מיר, וועט דויערן אויף מיין זייגער נישט איין סעקונדע, נאָר צוויי.

אָבער דאָ דוכט מיר, ווי אייניקע פון מיינע לייענער הויבן אָן אין גאַנצן צו פאַרלירן זייער געדולד און זענען גרייט אי-בערצורייסן מיין שמועס מיט אַזעלכע מיני רייד: — וואַרט! — זאָגן זיי. לאָזט אונז אַריינגעמען אין זיך דעם זינען פון דער דאָזיקער רעלאַטיוויטעט. „מיין" סעקונדע, זאָגט איר, דויערט ביי „אים" זיינע צוויי סעקונדן און „זיין" סעקונדע דויערט ביי מיר מיינע צוויי סעקונדן. הערט, וואָס איר רעדט! שפּירט איר דען נישט דעם גאַנצן אומזין פון דעם דאָזיקן „זין"? ס'איז דאָך אַקוראַט, ווי איך וואָלט געזאָגט: „מיין" דאָלאַר איז ווערט פאַר דעם רוס „זיינע" פופציק טויזנט רובל און „זיין" רובל איז ווערט פאַר מיר „מיינע" פופציק טויזנט דאָלאַר... איך בין שוין מסכים צוצוגעבן, ווי דאָס טוען אייניקע פּאָפּולערע מפרשים, אַז ביי אים ווערט מיין סעקונדע פאַרלענגערט, — ווי שווער דאָס זאָל נישט זיין ריכטיק משער צו זיין זיך. זיין „רוימלעך-צייטלעכקייט" ווערט, אַ דאַנק דער באַוועגונג, פאַרענדערט, אָבער נישט מיינע. וואָס זאָל זיך ביי מיר עפּעס ענדערן, ווען ער פליט אַוועק פון מיר און איך בלייב אין רו? דעמאָלט קאָן דאָס שטימען אויסגעצייכנט. „מיין" סעקונדע וועט פאַר אים דויערן צוויי זיינע סעקונדן, אָבער זיין סעקונדע וועט פאַר מיר דויערן פונקט אַ העלפט פון מיינער, אַקוראַט ווי דעם רוס' רובל איז פאַר מיר ווערט פונקט אַ פופציק-טויזנטל פון מיין דאָלאַר. און אויב די דערפאַרונג זאָל באמת אַרויסברענגען, אַז עס קומען פאַר צוויי קעגנזייטיקע פאַרלענגערונגען אין איינ-

און-דערזעלבער צייט, פונקט ווי דאָס לערנט איינשטיינס טעאָריע, וועלן מיר אפשר געצוווּנגען זיין אָנצונעמען, אַז איינע פון זיי איז אַ ר ע אַ ל ע, אַזאַ, וועלכע קומט באמת פאָר אין דער ווירק-לעכקייט, און די אַנדערע איז נאָר אַ פיקטיווע, אַ פאַרבלענדע-ניש פון דעם באַטראַכטער, אַ טעות פון דעם חוש. אויב מען זאָל נישט אָננעמען אָט דעם אויסוועג, — וועט ווייטער אַרגומענטירן יענער לייענער, — באַמערקט איר דען נישט, אַז מען פאַלט דאָ אַריין נאָך אין אַ ו ו י ד ע ר ש פּ ר וּ ך, וואָס לויפט זיך פאַנאַנדער אין אַן אומגעהיירן ספּיראַל פון ווידערשפּרוּכן, אַ סך ערגערע איידער יענע סתירות, פון וועלכע איינשטיין האָט געוואָלט באַפרייען די פיזיקאַלישע וויסנשאַפט, אין אמתן? אויב זיין סעקונדע זענען מיינע צוויי און אין דערזעלבער צייט איז מיין סעקונדע זיינע צוויי, הייסט עס, אַז זיין סעקונדע זענען מיינע פיר (איינס איז פיר!) און אויב זיין סעקונדע זענען מיינע פיר, איז דאָך, על פי רעלאַטיוויטעט, מיין סעקונדע — זיינע פיר, ממילא איז שוין זיין סעקונדע נישט פיר, נאָר זעכצן... איינס איז פיר, איינס איז זעכצן, איינס איז צוויי הונדערט און זעקס-און-פופציק... עס קאָן אַבסאָלוט פאַרכאַפּן דעם אָטעם פון אַזאַ רעלאַטיוויטעט!

איך גיב צו, אַז אַזאַ טענה איז אי זייער וויציק, אי זייער שאַרף. אָבער זי באַווייזט, אַז מען האָט נאָך פאָרט נישט פאַרשטאַנען דעם זין פון ר ע ל אַ ט י ו ו י ט ע ט, אויב מען וויל אים אויפנעמען מיט די כלים פון אַן אַ ב ס אָ ל וּ ט ן דענקען, אין וועלכע ער קאָן בשום אופן נישט אַריינגעפּרעסט ווערן. מען מוז זיך אָבער איינגעוווינען צו קאָנען דענקען לויט די פּרינציפּן פון רעלאַטיוויטעט.

לאָמיר פּרוּוון נעמען אַן א י י נ פ אַ כ ן ביישפּיל: די באַצייכענונגען, וואָס מיר מאַכן מיט די ווערטער: „אויבן" און „אונטן". אַמאָל האָט מען געגלויבט, אַז „אויבן" און „אונטן" באַצייכענען אַן אַ ב ס אָ ל וּ ט ע לאַגע אין דעם וועלטן-רוים. ווען איך שטיי אויף מיינע פיס, איז די ליניע, וואָס ציט זיך פון מיינע פיס צו מיין קאָפּ, אַ ליניע, וואָס ציט זיך אַרויפצו

„אויבן", אין הימל אַריין, און די ליניע, וואָס לויפט צוריק פון מיין קאָפּ צו די פיס, איז אַ ליניע, וואָס ציט זיך אַראָפּצו אין שאול תחתיה אריין.

אויף דעם סמך פון אָט דעם אַבסאָלוטן זין, וואָס מען האָט פאַרבונדן מיט די ווערטער „אויבן" און „אונטן", האָט מען אויך געלייקנט, אַז די ערד קאָן זיין קיילעכדיק, אָדער לכל הפחות, אַז אויף אַ קיילעכדיקער ערד „קאָנען גאָרניט" זיין אַנטי־פּאָדן", „אַנטקעגן־פיסלער". אויב אויף יענער זייט ערד, פונקט אַנטקעגן דעם פּלאַץ, ווו איך שטיי דאָ, געפינט זיך אויך אַ מענטש, שטייט ער דאָך אונטער מיר, און אויב ער שטייט מיט זיינע פיס פונקט אַנטקעגן, מיינע, איז דאָך באַשיינפּערלעך, אַז ער שטייט מיט די פיס אַרויף און מיטן קאָפּ אַראָפּ.

איצטער ווייסן מיר אויף זיכער, אַז די ערד איז קיילעכדיק, אַז „אַנטי־פּאָדן" זענען דאָ, נאָר זיי גייען אום ווי אַלע מענטשן: מיט די פיס אַראָפּ, צו דער ערד, און מיטן קאָפּ אַרויף, צו דעם הימל. ווי אַזוי איז דאָס מעגלעך? איז דאָס נישט קיין ווידערשפּרוך? דאָס, וואָס איז אונטער מיר, קאָן נישט זיין איבער מיר? — עס איז אוממעגלעך, אויב מען זאָל נעמען די איינטיילונג פון אויבן און אונטן אין אַן אַבסאָלוטן זין. דער ווידערשפּרוך פאַרלירט זיך אינגאַנצן, ווען מען איז געצוווּנגען צו שטעלן זיך אין דער פראַגע אויף אַ רעלאַטיוויסטישן שטאַנדפּונקט. „אויבן" און „אונטן" איז אַ רעלאַטיווע זאַך און האָט אַ זין נאָר אין רעלאַציע צו יעדן איינעם פון די אַנטקעגנגעשטעלטע צדדים. וואָס פאַר אונז איז „אויבן", איז פאַר די אַנטיפּאָדן „אונטן". און פאַרקערט. די רעלאַציע איז דאָ „אַבסאָלוט רעציפּראָק", ווייל ס'איז נישטאָ אין דער וועלט קיין אַבסאָלוטער „אויבן" און „אונטן".

אויף דעמזעלבן אופן ווערט באַהאַנדלט די פראַגע פון רעלאַציעס אין דער צייט. אָנשטאָט די רוים־פּאָזיציעס פון „אויבן און אונטן" שפּילן דאָ אַ ראָלע די צייט־פּאָזיציעס פון „פריער" און „שפּעטער". אויב ס'איז דאָ אַן אַבסאָלוטע צייט, אין

וועלכער עס קאָן אין אַן אַבסאָלוטן זין אָנגעגעבן איז „פריער“ און וואָס איז „שפּעטער“, דעמאָלט מוז נייע איינשטיינשע געזעץ פאַר „רוימלעך־צייטלעכקייט“ וויקלען אונז אין דעם ווידערשפּרוך פון „איינס איז פיר“, איז זעכצן“. אַזאַ אַבסאָלוטע צייט מיט אַן אַבסאָלוטן „פריער“ און „שפּעטער“ איז אָבער, לויט איינשטיינען, אין דער וועלט נישטאָ: דער „פריער“ און „שפּעטער“ ווערט צוריקגעפירט, ווי מיר האָבן דאָס געזען אין דעם פאָריקן קאַפּיטל, צו דעם *גרונט־באַגריף* פון צייט, צו דער „גלייכצייטיקייט“, צו דעם צונויפפאַלן פון צוויי פּאַסירונגען אין איין־און־דעמזעלביקן צייט־מאָמענט. אָבער די „גלייכצייטיקייט“ איז, ווי איינשטיין האָט באַוויזן, נישט קיין אַבסאָלוטע, נאָר אַ *רעלאַטיווע* זאַך. זי איז איינע פאַר אַ רעלאַטיוו־רוענדיקער סיסטעם, אַן אַנדערע פאַר אַ סיסטעם אין רעלאַטיווער באַוועגונג. און ממילא קאָן און מוז אויך אויסקומען, אַז דער „פריער“ פון איין סיסטעם איז דער „שפּעטער“ פון דער אַנדערער, און פאַרקערט, זייער „גלייכצייטיקייט“, וואָס ווערט פון אַן אַבסאָלוט־איינהייטלעכן צייט־מאָמענט פאַנאַנדערגעשפּאָלטן אין צוויי רעלאַטיוו־פאַרשיידענע צייט־מאָמענטן, שאַפט דאָ אָפּ דעם ווידערשפּרוך.

איך ווייס גאַנץ גוט, אַז די אַנאַלאָגיע צווישן דעם רוימלעכן באַגריפן־פּאָר „אויבן“ און „אונטן“ פון איין זייט און דעם צייטלעכן באַגריפן־פּאָר „פריער“ און „שפּעטער“ פון דער אַנדערער זייט, קאָן נישט דורכגעפירט ווערן אין אַלע פונקטן. די מענטשלעכע דערקענטעניש קאָן זיך לייכט אויסאיינען מיט אַ פאַררעלאַטיווירונג פון דעם רוים; עס קומט איר אָבער אָן זייער שווער אָפּצוזאָגן זיך פון אַן אַבסאָלוטער צייט, פון אַן אַבסאָלוט־איינהייטלעכן „פריער“ און „שפּעטער“.

נאָך מיין מיינונג נאָך שטאַמט דאָס דערפון, וואָס די פאָרשטעלונג פון דעם *צייט־לויף* שפּילט אין די *יסודות* פון דער מענטשלעכער דערקענטעניש אַ וויכטיקערע ראָלע, איידער די פאָרשטעלונג פון דער רוימלעכער אויסשפּרייטונג. ס׳איז גענוג צו דערמאָנען, אַז אויף דער פאָרשטעלונג פון דעם צייט־

לויף, אויף דעם באַגריפן-פּאָר „פריער" און „שפּעטער", איז אויפגעבויט געוואָרן איינער פון די פונדאַמענטאַלסטע באַגריפן פון דער מענטשלעכער דערקענטעניש: דער באַגריף פון ק אַ ו ז אַ ל י ט ע ט, פון אורזאַך און ווירקונג. די אורזאַך, גלויבן מיר, מוז אַלע מאָל זיין פ ר י ע ר, איידער די ווירקונג. די שוועבעלע מוז אָנגעריבן ווערן פ ר י ע ר, איידער זי צינדט זיך אָן, דאָס קערנדל מוז זיין פריער, איידער די פלאַנץ קאָן פון אים אַרויסוואַקסן. איר קאָנט נישט פריער אַראָפּנעמען דעם פיש פון דער ווענדקע און דערנאָך פאַרוואַרפן זי אין טייך אויף צו כאַפּן דעם פיש.

פאַררעלאַטיווירן מיר דעם „פריער" און דעם „שפּעטער", גראָבן מיר אונטער ,דעם יסוד פון קאַוזאַליטעט און מיר ווערן איינגעלאַדן צו דענקען — ווי אַ וויציקער קריטיקער האָט באַמערקט, — אַז עס קאָן געמאָלט זיין, איינעמס אייניקלעך זאָלן אומלויפן אויף דער וועלט, נאָך איידער ער אַליין איז געבאָרן געוואָרן.

דאָס איז אַלץ אמת, אָבער דאָס באַווייזט נאָר, אַז די רעוואָלוציע, וואָס איינשטיין טראָגט אַריין אין דער פ י ז י ק, מוז זיך אָפּרופן אויך אין די טיפסטע טיפן פון אונזער גאַנצן ביזאַהעריקן דענקען, מען וועט מוזן רעוואָלוציאָניזירן די געוויינלעכע באַגריפן פון קאַוזאַליטעט.

אגב, האָט שוין י ו ם פון לאַנג אָן פאַנאַנדערגעשאָקלט די פעסטקייט פון אונזער ג ל ו י ב ן אין קאַוזאַליטעט. דער מענטשלעכער שכל האָט אַרויסגעבראַכט די געדאַנקען וועגן אַ פריערדיקער אורזאַך און אַ שפּעטערדיקער ווירקונג, וואָס מוז פון איר אַרויסוואַקסן, כּדי צו דערקלערן דעם „פאַרוואָס" פון די דערשיינונגען. יום באַווייזט אָבער, אַז דער מענטשלעכער שכל קאָן קיינמאָל נישט דערקלערן, פאַרוואָס עס מוז זיין אַזאַ נויטווענדיקער צונויפבונד פון דערשיינונגען און פ אַ ר ו ו אָ ס אָט די אורזאַך דאַרף געבוירן דוקא אָט די ווירקונג.

די פאָרשטעלונג פון אַ פריערדיקער אורזאַך און אַ שפּעטערדיקער ווירקונג, וואָס וואַקסט פון איר אַרויס א י ן ד ע ר צ י י ט,

איז אויפגעקומען ביי אונז, ווי איך בין פעסט איבערצייגט, אויס דעם דראַנג צו אַן אַבסאָלוטער נויטווענדיקייט אין אונזער וויסן; אויס דעם דראַנג, אויסצוגעפינען דאָס, וואָס עס מוז זיין, אָדער ווי עס ווערט, און פאַר וואָס עס קאָן נישט זיין אַנדערש.
אָבער שוין שפינאָזאַ, דער פילאָזאָף פון דער אַבסאָלוטער נויטווענדיקייט, האָט אונז נאָנט געמאַכט דעם געדאַנק פון אַ נויטווענדיקייט, וואָס שליסט לחלוטין פון זיך אויס דעם באַגריף פון אַ צייטלעכן „פריער" און „שפּעטער". די אַבסאָלוטע נויטווענדיקייט פון די וועלט־פּאַסירונגען באַטראַכט שפינאָזאַ נישט לויט איר צייט־לויף, נאָר „סוב ספּעציע עטערני", לויט זייערע אינעווייניקסטע אייביקע לאָגישע פאַרבינדונגען.
פון דעם פאַקט, אַז ס'איז דאָ אין דער וועלט (אָדער אין געדאַנק) אַ דריי־עק, קומט ממילא אַרויס, אַז דער דריי־עק האָט דריי ווינקלען און דערפון „פליסט" ווידער אַרויס, אַז זייער סומע איז גלייך צו צוויי רעכטע ווינקלען. „פריער" איז דער דריי־עק, די דריי אויסגעשטרעקטע ליניעס, וואָס שליסן זיך צונויף אויף אַ באַשטימטן אופן, — „דערנאָך" שטאַמען דערפון די דריי ווינקלען, און „דערנאָך" ערשט זייער סומע. אָבער דאָ זענען דער „פריער" און דער „שפּעטער" נישט קיין צייטלעכע, נאָר אייביק־לאָגישע, — אַ „פריער" און „שפּעטער", וואָס שטייט „למעלה מן הזמן", העכער, אָדער לפחות, דרויסן פון דער צייטלעכקייט, ווי דאָס שטייען אַלע מאַטעמאַטישע געזעצן. צוויי מאָל צוויי איז על פי־נויטווענדיקייט פיר. אָבער דאָס הייסט נישט, אַז די „צוויי מאָל צוויי" זענען פריער אין דעם צייט־לויף, איידער די פיר. זיי זענען דאָס נאָר אין דעם לאָגישן געדאַנק. די „צוויי מאָל צוויי" און די פיר זענען אָבער אינגאַנצן מחוץ פון צייטלעכקייט אין זייער אינעווייניקסטן לאָגישן צונויפבונד.
איינשטיינס געדאַנקגאַנג פירט דערצו, אַז מען זאָל קאַוזאַלע צונויפבינדונגען אָנהויבן פאַרשטיין אין אַזאַ מאַטעמאַטישן זין.
ס'איז מערקווירדיק, ווי ביי איינשטיינען שטויסן מיר זיך

אָן אויף שריט און טריט אויף געדאַנקען-ליניעס, וואָס פירן אָדער דירעקט צו יומען, אָדער דירעקט צו שפּינאָזאַן. אין זיין רעלאַטיווירונג פון דער „רוימלעך-צייטלעכקייט", אין זיין זוכן אַ ביי אַבסאָלוט-איינהייטלעך וועלט-געזעץ, וואָס זאָל פול און גאַנץ און אָן אינעוויינייקסטע סתירות אויסדריקן די אַבסאָלוטע נויטווענדיקייט פון דעם וועלט-געשעען, אין זיין פעסטן גלויבן, אַז די מאַטעמאַטישע נויטווענדיקייט איז די קאָפּיע פון דער וועלט-נויטווענדיקייט, דענקט איינשטיין אין דערזועלביקער צייט אי יומיסטיש, אי שפּינאָזיסטיש.

אונטער איינשטיינס הענט ווערט דער רעלאַטיוויטעטס-געדאַנק צו אַ נייעם דענק-געצייג, צו אַ נייעם פּראָדוקציע-מיטל פון מענטשלעכע דערקענטעניש, און די גאַנצע מענטשלעכע דערקענטעניש מיט אַלע אירע „קאַוואַליטעטן" און „אייזערנע געזעצן" וועט זיך מוזן — „מאַרקסיסטיש" גערעדט — צופּאַסן צו דעם צושטאַנד פון אירע נייע „פּראָדוקציע-מיטלען".

און איינער פון די כאַראַקטעריסטישע שטריכן פון דעם נייעם דענק-געצייג באַשטייט אין דעם, וואָס רעלאַטיווירונג הייסט נישט אָפּשאַפונג. עס איז די באַגרענעצונג פון דעם „אַבסאָלוט", זיין איינשליסונג אין שאַרף-מאַרקירטע ברעגעס און שטרענג-באַשטימטע באַדינגונגען; זיין אונטערוואַרפונג אונטער דער שליטה פון אַ העכערן „אַבסאָלוט", וואָס נעמט אין זיך אַריין אויך זיין היפך.

איז עס אַבסאָלוט אמת, אַז „רעכטס" איז דאָס, וואָס ליגט צו מיין רעכטער האַנט, און „לינקס" — דאָס, וואָס ליגט צו מיין לינקער האַנט? „אַבסאָלוט"... אין די גרענעצן און אונטער די באַדינגונגען פון מיין זיין. פאַר אייך, וואָס איר שטייט אַנטקעגן מיר, איז דאָס אַבסאָלוט פאַרקערט: אייער „רעכטס" איז מיין „לינקס", אייער „לינקס" איז מיין „רעכטס". פאַר אונדז ביידן איז „לינקס" און „רעכטס" אַ רעלאַטיווער באַגריף, די אַבסאָלוט-גערעכטפאַרטיקטע איינטיילונג אין „רעכטס" און „לינקס" פאַר געוויסע רוימלעכע באַדינגונגען.

איז עס אַבסאָלוט אמת, אַז דאָרטן, ווו מ י י נ ע פיס שטייען, איז „אונטן" און ווו ס'איז מיין. הימל, איז „אויבן"? „אַבסאָלוט" — אין די גרענעצן פון מ י י ן זיין. פאַר דעם אַנטיפאָד איז דער אמת פונקט דער היפך. פאַר אונז ביידן זענען „אויבן" און „אונטן" אַ רעלאַטיווער באַגריף, וואָס אַנטהאַלט אין זיך די אַבסאָלוט-גערעכטפאַרטיקטע איינטיילונג פאַר געוויסע רוימלעכע באַדינגונגען.

און עס איז אויך אַבסאָלוט אמת, אַז מיין סעקונדע איז נישט גרעסער און נישט קלענער פאַר אַ סעקונדע, פאַר מ י ר און פאַר דער גאַנצער סיסטעם דערשיינונגען, וואָס געפינט זיך צו מיר אין אַ רעלאַציע פון ר ו. אין אָט די גרענעצן איז אויך די איינטיילונג פון אַ צייטלעך-פריערדיקער אורזאַך און אַ שפעטערדיקער ווירקונג אַבסאָלוט גערעכטפאַרטיקט. מ י י נ ע אייניקלעך וועלן אין מ י י ן רו-סיסטעם (דעם ר ע ל אַ ט י װ ן רו-סיסטעם!) געבאָרן ווערן נישט פריער, איידער מיינע קינדער, זייערע טאַטעס.

אָבער אין אַ סיסטעם, וואָס געפינט זיך צו מיין סיסטעם אין אַ רעלאַציע פון באַוועגונג מיט אַ געוויסער געשווינדקייט, קאָן מיין סעקונדע ווערן זיינע צוויי, זיין סעקונדע — מיינע צוויי, מיין „פריער" קאָן ווערן זיין „שפעטער"; זיין „פריער" מיין „שפעטער", און עס מ ו ז דערביי אויסוואַקסן אַן אַנדער אויסגעשטאַלטונג פון קעגנזייטיקע „אורזאַכן" און „ווירקונגען", פון וועלכע מיר האָבן נאָך איצטער קיין ברעקלאַנונג נישט.

פאַר אונז ביידע אָבער איז דער „פריער" און „שפעטער" אַ רעלאַטיווער באַגריף, וואָס באַצייכנט די אַבסאָלוט גערעכטפאַרטיקטע איינטיילונג פון צייטלעכע דערשיינונגען אין אַ „פריער" און אַ „שפעטער", און וואָס געהערט אַן איינהייטלעכן וועלט-געזעץ, וועלכעס קאָן אויסגעדריקט ווערן אַן ערך אַזוי:

ווען צווישן צוויי קערפערלעכע סיסטעמען הערשט אַ צושטאַנד פון באַוועגונג און רו, ווערן ב י י ד נ ס „רוים-צייט-

לעכקייטן" איבערגעאַנדערשט אַזוי, אַז די צייט־מאָס פון איין סיסטעם איז גלייך צו דער צייט־מאָס פון דער אַנדערער סיס־טעם, געטיילט דורך דער לאָרענץ־צאָל, און די לענג־מאָס פון איין סיסטעם איז גלייך צו דער לענג־מאָס פון דער אַנדערער סיסטעם, געכפלט אויף דער זעלביקער לאָרענץ־צאָל.

דאָס געזעץ נעמט אַרום אין איין איינהייט סיי מיין „פריער" און „שפעטער", סיי „זיינעם", ווען אַפילו אונז ביידע מוז זיך דוכטן, אַז דעם אַנדערנס איינטיילונג אין „פריער" און „שפעטער" שטייט מיטן קאָפ אַראָפ און מיט די פיס אַרויף.

די דריי ביישפילן פון „פאַררעלאַטיווירטע אַבסאָלוטן" האָבן נאָך אַ בשותפותן און זייער וויכטיקן כאַראַקטער־שטריך. „רעכטס" און „לינקס" האָבן אַ זין נאָר פאַר אונז מענטשן, און אַנדערע מענטשן־ענלעכע באַשעפענישן, אין אונזער דערקענטעניש וועגן די רוימלעכע באַציאונגען. אַזוי איז דאָס אויך מיט דעם „אויבן" און „אונטן". אַ חוץ פון דער מענטשלעכער און מענטשן־ענלעכער דערקענ־טעניש איז נישטאָ קיין נפקא מיניה צווישן רעכטס און לינקס, צווישן אויבן און אונטן. אָבער פונקט דאָס אייגענע איז אויך מיט דער צייט און מיט דער איינטיילונג אין „פריער" און „שפעטער": אָט די איינטיילונג איז אַ פראָדוקט פון אַ מענטשלעכער און מענטשן־ענ־לעכער דערקענטעניש, וואָס האָט איר ווערט אין געוויסע גרע־נעצן און אונטער געוויסע באַדינגונגען. אַ חוץ פון יענע גרענעצן און באַדינגונגען פאַרלירט די איינטיילונג איר זין, און עס פאַרשווינדט די נפקא מיניה צווישן „פריער" און „שפעטער".

אָט דער רעזולטאַט פון איינשטיינס רוים־און־צייט־לערע שטייט האַרט ביי דעם גרענעץ פון דעם ריין־וויסנשאַפטלעכן דענקען. איין שריט ווייטער, און מיר געפינען זיך שוין אין די פעלדער און גערטענער פון דער ריינער פילאָזאָפיע, ווו אונז באַגעגענען מיט אויסגעשפרייטע אָרעמס פלאַטאָנס „אייביקע אי־דייען", שפינאָזאַס „אייביקע סובסטאַנץ", קאַנטס „אַפריאָרישע אָנשויאונגס־פאָרמען" און בערגסאָנס „דויער" ווּעמען פון זיי מיר זאָלן זיך אַריינוואַרפן אין די אָרעמס, און צי איז נישטאָ קאָן

אַ בעסערער פילאָזאָפישער פּירוש אויף די פּראָבלעמען פון רוים, צייט און קאַוזאַליטעט, — די פראַגע געהער נישט אין די ראַ־מען פון אונזער איצטיקער אַרבעט דאָ זאָל נאָר באַמערקט ווערן אַז זיי אַלע קאָנען אַריינגעבראַכט ווערן אין האַרמאָניע מיט איינשטיינס רוים־און־צייט־לערע. אויסגעשלאָסן, ווייזט אויס, וועט מוזן בלייבן יענע מאַטעריאַליסטישע פילאָזאָפיע, וואָס וויל נישט אָפּזאָגן זיך פון דער פאָרשטעלונג פון אַ „ריינער״, „אַבסאָלוטער״ צייט.

בלייבן מיר דערווייל אין די גרענעצן פון דער ריינער וויסנשאַפט! און כדי נאָך מער איינצוקריצן אין דעם באַוווסט־זיין דעם קעגנזייטיקן רעלאַטיוויזם פון רוים און צייט פאַר צוויי סיסטעמען (איינע אין „רו״, די אַנדערע אין „באַוועגונג״), וויל איך דאָ ברענגען נאָך אַ ביישפּיל:

לאָז זיין, מיר האָבן צוויי סיסטעמען, וואָס זייער קעגנזייטיקער צושטאַנד פון באַוועגונג און רו איז אַזאַ, וואָס פאַרגרע־סערט ביי יעדן איינעם דעם אַנדערנס סעקונדע אויף אַ העלפט, ד. ה., אַז דעם אַנדערנס סעקונדע מוז יעדער איינער באַרעכע־נען מיט אָנדערהאַלבן זיינע אייגענע.

לאָז זיין, אַז די צוויי סיסטעמען זענען די ערד און די פלי־מאַשין, וועגן וועלכער מיר האָבן אויבן גערעדט. אָנגענומען ווייטער, אַז די ליכט־סיגנאַלן, דורך וואָס זיי רעדן זיך דורך, זענען געבויט נישט אויף דעם פּרינציפּ פון רוימלעכע לענגען און צייטלעכע דויערן, נאָר אויף דעם פּרינציפּ פון פאַרביקע שטראַלן.

אַ פיאָלעטער סיגנאַל זאָל באַטייטן: „אַלץ אין אָרדנונג״, אַ רויטער אָבער זאָל באַטייטן געפאַר.

אָבער וואָס איז די פיזיקאַלישע אורזאַך פון די פאַרשיי־דענע פאַרבן?

די מאָדערנע פיזיק האָט שוין לאַנג אויסגעפונען, אַז אַ ליכט־שטראַל רופט אַרויס אין אונזער אויג פאַרשיידענע פאַרבן לויט די צאָל וויבראַציעס (טרייסלונגען אָדער שלענגלונגען) וואָס ער מאַכט אין אַ באַשטימטן פעריאָד־צייט, לאָז זיין אין

אַ סעקונדע. וואָס מער וויבראַציעס אין אַ סעקונדע, אַלץ, אַזוי־צוזאָגן, „געדיכטער" ווערט פאַר אונז די פאַרביקייט.

די „שיטערסטע" פאַרב פאַר אונז איז רויט, און די צאָל שלעגנגונגען פון איר ליכט־שטראַל איז אַן ערך פינף הונדערט ביליאָן אין אַ סעקונדע. די „געדיכטסטע" איז פיאָלעט, און די צאָל שלעגנגונגען פון איר פאַרב איז אַן ערך אָנדערהאַלבן מאָל אַזוי גרויס, ווי די שלעגנגונגס־צאָל פון רויט (אַרום זיבן הונדערט און דריי דרייסיק ביליאָן אין אַ סעקונדע).

די צאָל וויבראַציעס גופא בלייבט אומפאַרענדערט אין דער רעלאַטיווער באַוועגונג. פאַרענדערט ווערט נאָר די רוימלעכקייט און די צייטלעכקייט. לאָמיר דאָ נישט פאַרפלאָנטערן דעם חשבון מיט די פאַרענדערטע לענגען פון ליכט־וואַלן אין דעם שטראַלן־גאַנג און האָבן אין זין נאָר די פאַרענדערטע צייטלעכקייט, אַקוראַט ווי די לענג פון די ליכט־וואַלן וואָלט דערביי נישט געשפילט קיין שום ראָלע.

עס איז קלאָר, אַז אויב די צאָל וויבראַציעס גופא ווערט נישט פאַרענדערט, אַז זי בלייבט אַבסאָלוט דיזעלביקע, ווי זי איז געווען פריער, אַז פאַרענדערט ווערט נאָר די צייטלעכקייט, איז דעמאָלט מוז די צאָל פון די „פיאָלעטע וויבראַציעס" (די זיבן הונדערט און דריי דרייסיק ביליאָן) פאַרטיילט ווערן נישט אויף איין סעקונדע, נאָר אויף אָנדערהאַלבן סעקונדן. דאָס וועט אויסקומען כמעט אַזוי פיל, ווי די שלעגנגונגס־צאָל פון דער רויטער פאַרב, און ממילא וועט ווידער אויסקומען אַ פאַטאַלע פלאָנטעריניש אין דעם זין פון די אַרויסגעשיקטע סיגנאַלן; ביידע צדדים, לאָמיר זאָגן, שיקן אַרויס באַרואיקונגס סיגנאַלן אין פיאָלעטער פאַרב, אָבער, אַזוי ווי ביידנס סעקונדן ווערן פאַרוואַנדלט פאַר דעם אַנדערן אין אָנדערהאַלבן סעקונדן, מוזן ביידנס פיאָלעטע סיגנאַלן געזען ווערן, ווי רויטע.

ווי אין פריערדיקן פאַל מיט די פאַרענדערטע דויערן פון די סיגנאַלן, ווערט אויך דאָ די רעלאַטיוויטעט פון צייטלעכקייט אַזוי בולט, אַז מען „זעט" זי ממש מיט די אויגן. אָבער זען זי קאָן נאָר יענער, וואָס איז באַקאַנט מיט איר. אויב ערד און

שיף זאָלן נאָך גאָר נישט האָבן געוווסט פון איינשטיינס אַנט־דעקונג, וואָלטן זיי ביידע געווען זיכער, אַז מען האָט פון דער אַנדער זייט לכתחילה אַרויסגעשיקט אַ ר ו י ט ן שטראַל און נישט קיין פיאָלעטן, און עס וואָלטן ווידער געקאָנט אַרויסקומען די־זעלביקע סכסוכים:

— מיר האָבן דאָך אָפּגעמאַכט, מען זאָל איינער דעם אַנ־דערן שיקן פ י אָ ל ע ט ע שטראַלן. וואָס האָט איר אונז געשיקט אַ רויטן?

— מ י ר האָבן געשיקט אַ רויטן? מיר האָבן געשיקט אַ פיאָלעטן. דאָס האָט א י ר געשיקט אַ רויטן!

די סכסוכים און מיאוסע פאַרשטענדענישן פאַרשווינדן אָבער תיכּף, ווי נאָר מען זעט איין, אַז דער אמת וועגן אונזערע סע־קונדן אין אַ ר ע ל אַ ט י וו ע ר; אַז „מ י י ן״ סעקונדע קאָן פאַר „אים״ זיין אָנדערהאַלבן, ווי זיין סעקונדע איז פאַר מיר אָנדערהאַלבן.

דעם אמת געזאָגט, האָבן יענע פּאָפּולערע מפרשים איינ־שטיינס, וואָס האָבן פאַרזען די הויפּט־זאַך: די טאָפּלטע אָדער קעגנזייטיקע רעלאַטיוויטעט פון רוים און צייט, מיך אַליין אַביסל אומזיכער געמאַכט אין דעם ז י ן פון זיין לערע. איך האָב דע־ריבער אין דעם פערזענלעכן שמועס מיט דעם ליבנסווירדיקן פּראָ־פעסאָר קלאָר אַוועקגעשטעלט אַזאַ פראַגע:

— „זענען איקס און איקס־שטריך״ (די לענג אין רו און די לענג אין באַוועגונג), „טע און טע־שטריך (די צייט אין רו און די צייט אין באַוועגונג) „אַבסאָלוט רעציפּראָק (קעגנזייטיק)?

— אַבסאָלוט! — האָט געענטפערט איינשטיין.

(זעט איר: האָבן מיר דאָך פאָרט ערגעץ־ווו אַ ביסעלע „אַבסאָלוטישקייט״...)

„אַבסאָלוט רעציפּראָק״ איז דער טייטש, אַז די „באַוועג־טע״ סיסטעם איז אין דעם פרט פון פיזיקאַלישע געזעצן פונקט אַזאַ מיוחס, ווי די „רועגדיקע״. אין זיי, אין ביידע, הערשט איינס און דאָסזעלביקע געזעץ, וועלכעס מיר האָבן אויבן פאָרמולירט.

נאָר מיט דער הילף פון אָט דעם געזעץ קאָנען אָפּגעשאַפט ווערן אַלע אינעווייניקסטע סתירות, וואָס האָבן זיך אַרויסגעוויזן אין דער מאָדערנער פיזיק און האָבן אַזוי פיל געפּלאָגט די מוחות פון די פאָרשער. נאָר מיט זיין הילף באַקומט די פיזיק ווידער אַן איינהייטלעך פּנים.

VI

מיר האַלטן נאָך אַלץ ביי דעם ערשטן טייל פון איינשטיינס לערע, וועלכן ער האָט אַ נאָמען געגעבן: „די ספּעציעלע רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע“, אין אונטערשייד צו דעם צווייטן טייל, וועלכן ער רופט אָן: „די אַלגעמיינע רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע“.

די רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע בכלל האָט צו טאָן מיט די געזעצן, וואָס שפּילן זיך אָפּ אין סיסטעמען, וועלכע געפינען זיך איינע לגבי די אַנדערע אין אַ צושטאַנד פון „רו“ און „באַוועגונג“.

די ספּעציעלע רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע באַשעפטיקט זיך אָבער נאָר מיט יענע באַוועגונגען, וואָס קומען פאָר אין אַ גלייכער ליניע (אין אַ „ווירע“) און מיט דעמזעלביקן אימפּעט בנוגע צו וועלכן עס איז „רוענדיקער“ סיסטעם, — ווי צ. ב. די באַוועגונג פון אַ וואַגאָן לגבי דער אייזנבאַן-דאַמבע אָדער פון אַ שיף אין אַ טייך לגבי די רוענדיקע ברעגעס, ווען נישט דער וואַגאָן, נישט די שיף בייטן נישט אום זייער געשווינדקייט אָדער זייער ריכטונג.

שוין אין דעם ביסל, וואָס מיר האָבן געבראַכט פון דער ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע, זענען מיר באַקאַנט געוואָרן מיט נייע געדאַנקען-גענג, וואָס טראָגן אַריין אַ גאַנצע רעוואָלוציע אין אונזערע באַגריפן און טרייבן אונז אָן איבערצוקוקן אַלע יסודות פון אונזער ביזאַהעריקער וועלטאָנשויאונג.

עס איז אין דער נייער לערע אָפּגעשאַפט געוואָרן דער דואַליזם פון „רו" און „באַוועגונג", און עס איז פאַררעלאַטיווירט געוואָרן זייער באַטייט. נישטאָ נישט קיין באַוועגונג „אין זיך גופא", נישט קיין רו „אין זיך גופא".

נאָך וויכטיקער איז די אָפּשאַפונג פון יענעם תהום, וואָס האָט ביזאַהער געהערשט צווישן „רוים" און „צייט". יעדע פיזיקאַלישע דערשיינונג ווערט איצט געמאָסטן אין איר לענג, איר ברייט, איר טיף און איר ד ו י ע ר. און די דויער אירע ווערט מאַטעמאַטיש באַהאַנדלט אויף דעמזעלביקן שטייגער, ווי איר לענג אָדער איר טיף.

אין דערזעלביקער צייט זענען פאַררעלאַטיווירט געוואָרן די מאָסן גופא פון דער רוימלעכקייט און דער צייטלעכקייט. עס איז נישטאָ קיין אַבסאָלוטער רוים און קיין אַבסאָלוטע צייט. דער מעטער איז נישט אַלע מאָל אַ מעטער די לענג, די סעקונדע דויערט נישט אַלע מאָל אַ סעקונדע, און עס זענען אויסגעפונען געוואָרן די געזעצן, וואָס באַהערשן די ענדערונגען אין די רוימלעכע און צייטלעכע מאָסן.

די נייע געדאַנקען, וואָס איינשטיין האָט אַריינגעבראַכט אין דער לערע פון דער באַוועגונג, פון רוימלעכקייט און פון צייטלעכקייט, האָבן אָבער געמוזט רעוואָלוציאָנירן אַ ל ץ אין דער פיזיק, וואָס האָט צו טאָן מיט זיי. און וואָס האָט דען אין דער פיזיק נישט צו טאָן מיט באַוועגונג, רוימלעכקייט און צייטלעכקייט?

עס איז דעריבער קיין חדוש נישט, וואָס מען רעדט איצט וועגן דער נויטווענדיקייט איבערצובויען דעם גאַנצן בנין פון דער וויסנשאַפטלעכער פיזיק אויף די יסודות פון דער איינשטיינשער טעאָריע.

וויכטיקע טיילן פון דעמדאָזיקן איבערבוי האָט איינשטיין אַליין דורכגעפירט. זיי אַלע צו באַשרייבן קאָן נישט זיין די אויפגאַבע פון אַ פּאָפּולערער אַרבעט, וואָס וויל נאָר נענטער ברענגען צום שכל יענע קאַרדינאַלע פונקטן, וועלכע האָבן אַ וויכטיקע באַדייטונג פאַר דער אַלגעמיינער וועלטאָנשויאונג.

צו זייער צאָל געהער בלי ספק אויך יענער טייל פון דער ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס־לערע, ווו עס ווערט רע־וואָלוציאָנירט אונזער בליק אויף דעם מהות פון קערפּערלעכע „מאַסע״ און „ענערגיע״: זענען דאָך דידאָזיקע צוויי באַגריפן ענג פאַרבונדן מיט די גרונט־פּראָבלעמען פון דער נאַטור־פילאָ־זאָפיע, ווו זיי פיגורירן אונטער די נעמען פון „מאַטעריע״ (אָדער „שטאָף״) און „קראַפט״, און ווו די „מאַטעריע״ האָט אַמאָל — און נאָך ביז גאָרנישט לאַנג צוריק — געטראָגן אויף זיך די קרוין פון דעם „וועלט־פּרינציפּ״, פון דער „וועלט־סובסטאַנץ״.

איינשטיינס מאָניסטישער געדאַנקענגאַנג האָט זיך נישט אָפּגעשטעלט ביי דער פאַראיינהייטלעכונג פון „רו״ און „באַוועגונג״, פון „רוים״ און „צייט״. זיינע ריין־וויסנשאַפטלעכע פאָרשונגען האָבן אים דערפירט צו דער אָפּשאַפונג פון יענעם אונטערשייד, וואָס האָט אין דער פיזיק געהערשט צווישן „מאַסע״ און „ענערגיע״, און האָט אונז צוגעפירט פנים אל פנים צו דעם געדאַנק, אַז „מאַסע״ איז נישט קיין אַנדער זאַך, ווי ענערגיע. פילאָזאָפיש גערעדט, איז די „מאַטעריע״, לויט אַזאַ בליק, נישט קיין אַנדער זאַך, ווי „צונויפגעפּרעסטע״ אָדער, ריכטי־קער, איינגעשפּייכלערטע „קראַפט״.

די הויפּט־וואָג לייג איך אויף די ווערטער: „אין זיינע ריין־וויסנשאַפטלעכע פאָרשונגען״, ווייל אין דער פילאָזאָפיע איז אָט דער געדאַנק קיין נייעס נישט.

שוין ביי קאַנטן אין זיין נאַטור־פילאָזאָפיע געפינט זיך אַ קערנדל פון אַזאַ געדאַנק. די אויסשפּרייטונג פון דער מאַטעריע אין דעם רוים, איז, נאָך זיין מיינונג, אַ רעזולטאַט פון די אָפּשטויסנדיקע קרעפטן, וואָס ווירקן אין איר. קלאָר און שאַרף, ווען אַפילו נאָך אין אַ מעטאַפיזישען געוואַנט, ברענגט אויך שאָפּענהויער אַרויס דעם נייעם בליק אויף דעם מהות פון מאַ־טעריע. מאַטעריע, זאָגט ער, „איז דורך און דורך קאַוזאַליטעט״. איר גאַנצער עצם באַשטייט אין ווירקן, אָבער ביי אים בלייבט נאָך די „מאַטעריע״ באַשטיין, ווי אַ נויטווענדיקער באַ־

גריף פאַר דער נאַטורוויסנשאַפט, פון וועלכן דער מענטשלעכער פאַרשטאַנד קאָן זיך נישט אָפּזאָגן.

ערשט דער כעמיקער אָסטוואַלד מאַכט דעם ערנסטן פּרווו אויפצובויען אַ נאַטור-פילאָזאָפיע אָן דער הילף פון יענעם נויט-ווענדיקן באַגריף. פאַר אים איז שוין די מאַטעריע דורך און דורך ריינע „ענערגיע". ווי אייניקע אַנדערע גרויסע כעמיקער פאַר אים, האָט אויך אָסטוואַלד מודה געווען, אַז אַרבעטנדיק אין דער לאַבאָראַטאָריע אויף די פאַרשיידענע „מאַטעריעלע" סובּ-סטאַנצן, האָבן זיי אייגנטלעך ערגעץ-נישט אָנגעטראָפן די מאַטעריע; אַז תמיד און אומעטום האָבן זיי געהאַט צו טאָן מיט דעם אַרויסווייז פון פאַרשיידענע ק ר ע פ ט ן, אָבער נישט מיט דעם אַרויסווייז פון אַ וועלכער עס-איז „מאַטעריע".

אַזאַ רעזולטאַט פאַלט דורכאויס צונויף מיט דעם געדאַנקענ-גאַנג פון אַ פאָרזיכטיקער ד ע ר ק ע נ ט ע נ י ש-ט ע אָ ר י ע, וואָס וויל בלייבן טריי דער עמפּירישער ווירקלעכקייט. אין דער אמתן: וו אָ ס דערקענען מיר, ווען מיר נעמען אויף מיט אונזערע חושים אַ שטיקל מאַטעריע?

איך נעם אין האַנט אַ שטיקל צונויפגעפּרעסטן שניי. עס איז האַרט, קאַלט, ווייס, וואָגיק. אָבער די האַרטקייט איז אַ פּראָדוקט פון יענע צוציאונגס-ק ר ע פ ט ן, וואָס ווירקן אינעווייניק אין דעם שניי צווישן זיינע מאָלעקולן. זיין קאַלט-קייט שטאַמט פון דעם גראַד טעמפּעראַטור, וואָס אין אים, ד. ה., פון אַ געוויסער אַרט ב אַ וו ע ג ו נ ג. זיין ווייסקייט ווערט אַרויסגערופן פון די ליכט-וואַלן, וועלכע ער שליידערט אָפּ פון זיך. זיין וואָגיקייט איז אַן אַרויסווייז פון דער ש וו ע ר-ק ר אַ פ ט, וואָס ווערט דערוועקט צווישן אים און דער ערד.

אַלע אייגנשאַפטן פון דער מאַטעריע, וואָס מיר דערקענען זיי מיט אונזערע פינף חושים, — דורך טאַפּן, זען, הערן, טועמ-זיין און שמעקן, — זענען נישט קיין אַנדער זאַך, ווי ווי ר-קונגען פון געוויסע באַוועגונגס-אַרטן, פון געוויסע „ענערגיעס" אָדער „קרעפטן" אויף אונזערע חושים. נו—און וווּ איז זי אַליין, די בכבודיקע מאַטעריע? וואָס איז זי אין זיך גופא?

כדי צו ענטפערן אויף די שאלות נאָר מיט דעם, וואָס מיר ווייסן וועגן דער מאַטעריע פון אונזער זינלעכער דערקענטעניש, מוזן מיר זאָגן, אַז זי, די מאַטעריע, איז אין ערגעץ נישט, אַ חוץ אין אירע ווירקונגען, און אַז זי איז נישט קיין אַנדער זאַך, ווי נאָר דער סכום פון יענע ווירקונגען, אַ סכום פון פאַרשיידענע ענערגיעס.

נישט קוקנדיק דערויף האָט אָבער די פיזיקאַלישע וויסנשאַפט ביז צו איינשטיינען נישט געוואָלט און נישט געקאָנט זיך אָפּזאָגן פון דעם פונאַנדערשייד צווישן „מאַסע״ (מאַטעריע) און „ענערגיע״ (קראַפט). די צוריקפירונג פון מאַטעריע צו ענערגיע איז פאַר איר געבליבן אַ פילאָזאָפישע סברה, אין וועלכער מען מעג גלויבן, וועלכע מען מעג אָבער אויך פאַרוואַרפן. ווייל זי, די סברה, האָט נישט געקאָנט שפּילן קיין ברעקל ראָלע אין דעם גאַנג פון די פיזיקאַלישע עקספערימענטן, באַטראַכטונגען און חשבונות.

אין די פיזיקאַליש-כעמישע פאָרשונגען איז געווען נויטיק צו פירן אַ באַזונדערן פּינקטלעכן חשבון פאַר דער „מאַסע״ און אַן אַנדער פּינקטלעכן חשבון פאַר דער „ענערגיע״, פּונקט ווי אָט די צוויי דערשיינונגען וואָלטן ביידע געווען אַבסאָלוט זעלבשטענדיק.

אַן עלעקטרישער שטראָם פליסט דורך אַן אייזערנעם דראָט. „עלעקטריע״ איז ענערגיע, אייזן איז „מאַסע״. דער סכום עלעקטריע איז איין זאַך און דער סכום אייזן איז אַן אַנדער זאַך. דער עלעקטרישער שטראָם מעג זיין ווי שטאַרק, קאָן ער פאַרענדערן נאָר געוויסע אייגנשאַפטן פון דעם אייזן, ער קאָן אים אָנגליען ביז צו בלענדנדיקער גלוט, ער קאָן אָבער נישט פאַרענדערן די „מאַסע״ פון דעם אייזן, דעם סכום מאַטעריע, וואָס אין אים. הערט אויף דער עלעקטרישער שטראָם צו פליסן, בלייבט די מאַסע פון דעם אייזן דיזעלביקע וואָס געווען.

עס ברענט אַ שייט האָלץ. די מאַסע פון דעם האָלץ ווערט דאָ כעמיש צונויפגעבונדן מיט דער מאַסע פון דעם זויערשטאָף וואָס אין דער לופט. דערביי ווערט אַנטוויקלט אַ געוויסע אַרט ענערגיע, די וואַרעמקייט. דער רעזולטאַט פון דעם

פאַרברענען, אויב ער איז גוט דורכגעפירט, איז אַ געוויסער סכום אַש און אַ געוויסער סכום גאַזן. ווען מען זאָל פּינקטלעך אויסרעכענען אָט די סכומען און זיי צונויפרעכענען אינאיינעם, וועט זיך ארויסשטעלן, אַז אין זיי איז דאָ פּונקט אַזוי פיל „מאַסע" אָדער „מאַטעריע", וויפל עס איז פריער געווען אין דעם האָלץ און אין דעם זויערשטאָף, וואָס האָט זיך פאַראייניקט מיט אים. קיין איין פּיצעלע מאַטעריע איז דערביי נישט פאַרלאָרן געגאַנגען, ניט קוקנדיק, וואָס דערביי איז אויסגעגעבן געוואָרן אַזוי פיל ענערגיע אין דער פאָרם פון וואַרעמקייט, פּונקט ווי צו דעם אייזן פון דעם דראָט איז נישט צוגעקומען קיין איין פּיצעלע נייע מאַטעריע, כאָטש שעהן לאַנג איז געלאָפן איבער אים אַ שטאַרקער עלעקטרישער שטראָם.

מאַטעריע לחוד, ענערגיע לחוד. מאַטעריע גייט נישט איבער אין ענערגיע, ענערגיע גייט נישט איבער אין מאַטעריע. דאַרף מען פאַר זיי פירן באַזונדערע חשבונות, ווייל קיינע פון זיי לעבט נישט אויף דעם אַנדערנס חשבון.

די חשבונות מיט דער מאַטעריע האָבן אַרויסגעבראַכט אַ וויכטיק אַלגעמיין געזעץ, וואָס זאָגט, אַז דער סכום מאַטעריע אין דער גאַנצער וועלט איז איין און דערזעלביקער, אַז קיין איין קלענסט טיילכל מאַטעריע קאָן נישט גיין פאַרלאָרן און קיין איין קלענסט טיילכל אירער קאָן ניט באַשאַפן ווערן. אַלע פּינקטלעכע מעסטונגען און וועגונגען אין אַלערליי אַרטן כעמישע פּראָצעסן האָבן פאַראמתט יענץ געזעץ. מאַטעריע קומט נישט צו, מאַטעריע פאַרשווינדט נישט. דאָס איז דאָס „געזעץ פון דער דערהאַלטונג פון דער מאַטעריע" אָדער פון דער מאַסע.

פון וואַנען נעמט זיך דען די ע נ ע ר ג י ע, וואָס באַווייזט זיך און ווערט אויסגעגעבן ביי אַסך כעמישע פּראָצעסן, ווי צ. ב., די עלעקטריע און וואַרעמקייט?

די חשבונות מיט דער ענערגיע האָבן פון זייער זייט געפירט צו דער אויפשטעלונג פון אַן אַקוראט אַזאַ אַלגעמיין געזעץ, — אויף וועלכן די פיזיקאַלישע וויסנשאַפט איז עד היום אַזוי געגרעכטערהייט שטאָלץ,—דאָס „געזעץ פון דער דערהאַלטונג

פון דער ענערגיע". עקספערימענטן, באַטראַכטונגען און מאַטעמאַ־טישע אויסרעכענונגען האָבן אויך דאָ געפירט צו דעם שלוס, אַז ווי קיין פיצל מאַטעריע, אַזוי פאַרשווינדט אויך נישט קיין איין טראָפּנדל ענערגיע. אויך איר סכום אין דער וועלט איז תּמיד גלייך. נאָר די ענערגיע קאָן בייטן איר פאָרם. מעכאַנישע באַ־וועגונג קאָן אַריבער אין וואַרעמקייט, און מיט דעם סכום וואַ־רעמקייט, וואָס ווערט דערביי געוווּנען, קאָן מען ווידער אַרויס־ברענגען אַזוי פיל מעכאַנישע באַוועגונג, וויפל עס איז אויס־געגעבן געוואָרן אויף צו געווינען די וואַרעמקייט. און אַזוי אויך מיט אַלע אַנדערע קרעפטן, די צוציאונגס־קראַפט און די צוריפ־האַלטונגס־קראַפט, וואָס עקזיסטירט צווישן די קלענסטע טיילכלעך פון דער מאַסע אַריינגערעכנט. אַלע קרעפטן אין דער נאַטור זענען אויסגעבונדן אינאיינעם, גייען אַריבער איינע אין דער אַנדערער, און דער סכום ענערגיע בלייבט אַלע מאָל דער־זעלביקער... פאַרשווינדט די ענערגיע אין איין אָרט אָדער אין איין פאָרם, זאַמלט זי זיך אָן אין אַן אַנדער אָרט אָדער אין אַן אַנדער פאָרם. די ענערגיע קאָן אויך אַריבערגיין פון אַן אָפענער אָדער פרייער פאָרם אין אַ באַהאַלטענער, אַן איינגעשפּייכלערטער. און וויפל עס ווערט איינגעשפּייכלערט, אַזוי פיל קאָן דערפון אויסגעגעבן ווערן, נישט מער. מאַטעריע נעמט זיך פון מאַטעריע, ענערגיע נעמט זיך פון ענערגיע.

די צוויי גרונט־געזעצן פון דער פיזיק, — די דערהאַל־טונג פון דער מאַסע און די דערהאַלטונג פון דער קראַפט, — זענען זיך געלאָפן אין דער וויסנשאַפט פּאַראַלעל איינס צו דעם אַנדערן, נישט איבערשניידנדיק דעם וועג איינס דעם אַנדערן.

איינשטיינס רעוואָלוציאָנערע טאַט באַשטייט דאָ אין דעם, וואָס ער האָט מאַטעמאַטיש באַוויזן, אַז מאַסע און ענערגיע זע־נען נישט קיין צוויי פּאַראַלעלע דערשיינונגען מיט אַ פאַרשיידענעם מהות; אַז אין תּוך אַריין האָבן מיר דאָ צו טאָן נאָר מיט איין דערשיינונג, מיט דער ע נ ע ר ג י ע; אַז „מאַסע" קאָן פאַרשווינדן און קאָן געבאָרן ווערן; און אַז נעמען נעמט זי זיך פון דער ענערגיע. מיט אַנדערע ווערטער הייסט עס, אַז מאַסע איז נישט

קיין אַנדער זאַך ווי נאָר ענערגיע אין אַ געוויסן צושטאַנד.

אָט דער רעזולטאַט, צו וועלכן איינשטיין איז געקומען, איז אַ נויטווענדיקער פועל־יוצא פון יענער ענדערונג, וועלכע ער האָט אַריינגעטראָגן אין די באַגריפן פון רוימלעכקייט און צייטלעכקייט, און פון יענעם רעלאַטיוויסטישן מעטאָד, וועלכן ער האָט אָנגעווענדט אין דער באַאַרבעטונג פון פיזיקאַלישע פראָבלעמען.

כדי דאָס צו פאַרשטיין, מוזן מיר קודם כל זען צו געווינען אַ קלאָרן באַגריף וועגן דעם ענין פון „מאַסע".

אין דעם געוויינלעכן שפּראַך־געברויך פאַרשטייען מיר אונטער דעם וואָרט „מאַסע" צוויי פאַרשיידענע ענינים. דאָס האָט ערשטנס דעם טייטש פון „אַסך", פון פילקייט: „אַ „מ אַ ס ע" מענטשן אין גאַס", „אַ „מ אַ ס ע" שטערן אויפן הימל". דער אַנדער טייטש פון מאַסע איז „שווערקייט", וואָגיקייט: „שלעפן אויף זיך אַ מאַסע". אין דער יידישער שפּראַך איז דער אויס־דרוק נאָך מער צונויפגעבונדן מיט דעם באַגריף שווערקייט, ווייל מיר האָבן אויך אַ העברעאיש וואָרט: „משא", וואָס איז דער טייטש אַ שווערע לאַסט. אָבער אויך אין אַלע אַנדערע שפּראַכן ווערט דער אויסדרוק „מאַסע" פאַרבונדן מיט דעם באַגריף פון שווערקייט.

אויך אין דער נאַטור־פילאָזאָפיע און אין דער פיזיקאַלי־שער וויסנשאַפט ווערן מיט דעם וואָרט „מאַסע" פאַרבונדן אָט די צוויי באַגריפן: פילקייט און שווערקייט, און עס לייגט זיך אויפן שכל, אַז זיי זענען אינעווייניק לאָגיש צונויפגעבונדן אינ־איינעם. די שווערקייט נעמט זיך פון דער פילקייט. אָדער פינקט־לעכער: וואָס מער מאַסע אַ קערפּער האָט, אַלץ שווערער מוז ער זיין.

צוויי קוואָרט וואַסער זענען טאָפּלט אַזוי שווער, ווי איין קוואָרט, ווייל אין צוויי קוואָרט איז פאַראַן אַ טאָפּלטע מאַסע וואַסער איידער אין איינער. מיט דעם באַגריף פון פילקייט אַליין קאָן מען אָבער נישט אַלע מאָל דורכקומען.

איין קוואָרט קוועקזילבער איז פיל מאָל שווערער איידער איין קוואָרט וואַסער. פון וואַנען קומט דאָס? די „פילקייט" פון

דער פּליסיקייט ווערט דאָך געמאָסטן אויף דער קוואָרט. און אין איין קוואָרט קוועקזילבער קאָן דאָך נישט זיין מער פּליסי־קייט איידער אין איין קוואָרט וואַסער? מוזן מיר דאָ אָנקומען צו דעם באַגריף שווערקייט. געוויס: „פּליסיקייט" איז אין דעם קוואָרט קוועקזילבער נישט מער, ווי אין אַ קוואָרט וואַסער. אָבער די וואָג פון דעם פּליסיקן קוועקזילבער איז אַסך אַ שווערע־רע, איידער די וואָג פון דעם וואַסער. דאָ קומט שוין אויס, אַז שווערקייט און פּילקייט גייען זיך פאַנאַנדער. אַ געוויסע מאָס קוועקזילבער איז אַסך שווערער, איידער „פּונקט אַזוי פיל" וואַסער.

אָבער אויך דאָ קאָן באַוויזן ווערן, אַז די גרעסערע „שווערקייט" שטאַמט פון דער גרעסערער „פילקייט".

אַזאַ בליק האָט שוין פאָרגעשוועבט דעם אַלטן גריכישן נאַטור־פילאָזאָף אַנאַקסימענעס, וואָס האָט געלעבט אַן ערך מיט אַ 2500 יאָר צוריק. אַנאַקסימענעס האָט אָנגענומען, אַז ס'איז דאָ נאָר איין איינציקע וועלט־סובסטאַנץ, די לופט. פון איר גייען אַרויס אַלע אַנדערע מאַטעריעלע סובסטאַנצן דורך געדיכט־ווערן און שיטער־ווערן. ווערט די לופט געדיכטער, ווערן דער־פון בהדרגה ווינט, וואָלקנס, וואַסער און ערד. ווערט די לופט שיטערער, ווערט דערפון פייער. לויט אָט דעם בליק שטאַמט די פאַרשיידענע שווערקייט פון זיינע פיר עלעמענטן באַשיינפער־לעך פון זייער פאַרשיידענער „פילקייט".

ערד איז שווערער פון וואַסער, ווייל ערד איז מער צונויפ־געפּרעסטע לופט, און וואַסער איז ווייניקער צונויפגעפּרעסט. מחמת דעמזעלביקן טעם איז פייער גרינגער פאַר דער לופט. אין אַ קוביק־שטח פייער איז אַ סך ווייניקער לופט־טיילכלעך איידער אין אַ קוביק־שטח לופט.

די מאָדערנע נאַטורוויסנשאַפט האָט זיך שוין לאַנג אָפּ־געזאָגט פון יענער עלעמענטן־טעאָריע, וואָס איז אויסגעאַרבעט געוואָרן אין אַלט־גריכנלאַנד און האָט געהערשט אין גאַנצן מיטלאַלטער ביז טיף אין דער נייסטער צייט. מיר ווייסן איצט, אַז די אַלט־גריכישע עלעמענטן: פייער, לופט, וואַסער און ערד,

זענען גאָר קיין „עלעמענטן" נישט, ווייל זיי אַליין זענען צונויפ־געזעצט פון אַנדערע עלעמענטן, — גאַז־פּאָרמיקע, פּליסיקע און פעסטע, — וואָס זייער צאָל דערגרייכט ביז איבער אַ זיבעציק און וואָס צייכענען זיך אויס איינער פון דעם אַנדערן דורך זייער פאַרשיידענער וואָג. אבער אויך אין דער מאָדערנער נאַטורוויסנשאַפט איז קיינמאָל נישט פאַרשווונדן דער געדאַנק, אַז ס'איז דאָ אַן איינהייטלעכע וועלט־מאַטעריע, — אַ מין דין — דינסטער גאַז, און אַז אַלע אַנדערע עלעמענטן שטאַמען אָפּ פון אים. די עלעמענטן זענען געדיכט־געוואָרענע וועלט־מאַטעריע. אַ קוואָרט קוועקזילבער איז דערפאַר אויך פיל מאָל שווערער איידער אַ קוואָרט וואַסער, ווייל אין דעם קלענסטן טראָפּנדל קוועקזילבער געפינט זיך פיל מער וועלט־מאַטעריע, איידער אין דעם קלענסטן טראָפּנדל וואַסער.

פון אָט דעם געדאַנק מוז מען אָבער ווידער קומען צו דעם שלוס, אַז יעדעס קלענסטע פּיצעלע וועלט־מאַטעריע האָט אַ געוויסע וואָגיקייט, ד. ה., שווערקייט אין זיך גופא. ווייל אויב דאָס קלענסטע פּיצעלע מאַטעריע וואָלט נישט געהאַט קיין וואָג אין זיך, וואָלט אויך דער גרעסטער סכום אירער נישט געהאַט קיין שווערקייט, מחמת מיליאָנען מאָל גאָרנישט איז גאָרנישט. אויף אַזאַ אופן האָט זיך אַליין געשטאַרקט דער געדאַנק, אַז די הויפּטזאַך איז נישט די פילקייט, נאָר די שווערקייט. מאַסע איז עפּעס אַזוינס, וואָס האָט וואָג; די וואָגיקייט איז אַקוראַט אַזאַ אַבסאָלוטער סימן פון דער מאַסע, ווי איר פאַר־נעם אין דעם רוים. יעדע מאַסע האָט וואָג, ווי זי האָט אַ פאַרנעם אין דער לענג, אין דער ברייט און אין דער טיף. די וואָג פון דעם קלענסטן פּיצעלע וועלט־מאַטעריע איז אַן אַב־סאָלוטע אומפאַרשטענדלעכע זאַך. נישט די שווערקייט אין זיך, נאָר די גרעסערע שווערקייט פון אַ זאַך שטאַמט פון דעם גרעסערן סכום מאַסע, פון איר פילקייט.

אין דער פיזיק האָט דעריבער אין די ערשטע צייטן גע־הערשט דער געדאַנק, אַז מאַסע איז אין איר עצם פאַרבונדן מיט שווערקייט. אַפילו אַ גאַלילעי, וואָס האָט אַוועקגעלייגט די פונ־

דאַמענטן פון אַ וויסנשאַפטלעכן פאָרשן אין דער פיזיק (געשטאָרבן ערשט מיט אַ 280 יאָר צוריק), האָט נאָך נישט געקאָנט געווינען קיין קלאָרן באַגריף וועגן אַ מאַסע, וואָס זאָל זיין פאַרשיידן פון איר געוויכט.

אַ גאַנצע רעוואָלוציע אינם באַגריף פון מאַסע האָט ערשט אַריינגעבראַכט ניוטאָן (געשטאָרבן מיט אַ 200 יאָר צוריק). דער צענטראַל־פונקט פון זיינע פאָרשונגען איז געווען דאָס פּראָבלעם פון שווערקייט, און דעם שטעמפּל פון זיין גייסט האָט ער אַרויפגעזשיקט אויף אַלע דורות נאָך אים דורך דאָס אַלגעמיינע וועלט־געזעץ, וועלכעס ער האָט אויסגעפונען, — דאָס געזעץ פון גראַוויטאַציע. און אָט אין דעם געזעץ איז שוין געלעגן דער איבערקער אין דעם באַגריף וועגן מאַסע.

ניוטאָן האָט אויסגעפונען, אַז די באַוועגונג פון אַ שטיינדל, וואָס פאַלט אַ דאַנק זיין שווערקייט צו דער ערד, און די באַוועגונג פון דער לבנה אַרום דער ערד, און די באַוועגונג פון דער ערד און אַלע אַנדערע פּלאַנעטן אַרום דער זון, — ווי די באַוועגונגען פון די הימלישע קערפּער בכלל, — ווערן באַהערשט פון איין און דעמזעלביקן געזעץ, וואָס שטאַמט פון דער צוציאונגס־קראַפט.

אַלע מאַטעריעלע קערפּער פון דער וועלט ציען זיך צו איינע צו די אַנדערע. די צוציאונגס־קראַפט איז אַן אַלץ שטאַרקערע, וואָס מער „מאַסע" די קערפּער האָבן אין זיך, ביי גלייכע מאַסן ווערט זי אַלץ שוואַכער, וואָס ווייטער זיי זענען איינער פון דעם אַנדערן.

די וואָג פון אַ שטיין, וואָס פאַלט אויף דער ערד, איז די צוציאונגס־קראַפט, וואָס הערשט צווישן אים און דער ערד. אָט די קראַפט טרייבט אים צו דער ערד און טרייבט די ערד צו אים. עס איז אָבער קלאָר, אַז די צוציאונגס־קראַפט פון דער ערד איז אויף אַזוי פיל גרעסער פון דער צוציאונגס־קראַפט פון דעם שטיין, אויף וויפל די מאַסע פון דער ערד איז גרעסער פאַר דער מאַסע פון דעם שטיין. דערפאַר פליט ער אַראָפּ צו דער ערד און נישט די ערד אַרויף צו אים.

די רעוואָלוציע, וואָס ליגט דאָ אין דעם געדאַנק, באַשטייט קודם כל אין דעם, וואָס עס ווערט אָפּגעשאַפט דער אַבסאָלוטער כאַראַקטער פון שווערקייט. ס'איז אַ געוואַלדיקער טריאומף פון אַ רעלאַטיוויסטישן דענקען. די שווערקייט פון אַ קערפּער ווערט דאָ אַ רעלאַטיווער באַגריף. איין און דערזעלביקער קערפּער האָט אַ פאַרשיידענע שווערקייט און אַ פאַרשיידענע וואָג, עס ווענדט זיך אָן דעם, מיט וועלכן אַנדערן קערפּער ער שפּילט אין „צוציען זיך".

בנוגע צו דער ערד האָט די לבנה איין וואָג, בנוגע צו דער זון אַן אַנדערע. דאָס וואַסער פון די ימען (ווי אַגב אַלע וואַסערן און אַלע זאַכן אויף דער ערד) ווערן צוגעצויגן סיי פון דער לבנה, סיי פון דער ערד. אָפּפלוס און צופלוס אין די ימען שטאַמען דערפון. אָבער די וואָג פון די וואַסערן איז איינע לגבי דער לבנה און אַ גאַנץ אַנדערע לגבי דער ערד. די וואָג זייערע לגבי דער ערד איז אַ שווערערע אי דערפאַר, וואָס די ערד האָט אַ גרעסערע מאַסע איידער די לבנה, אי דערפאַר, וואָס זיי זענען ווייטער פון דער לבנה איידער פון דער ערד.

און אויף דער ערד גופא זענען די וואָגן פאַרשיידן, עס ווענדט זיך אָן דעם מהלך זייערן פון דער ערד. אַ פונט אייזן וועגט ווייניקער ווי אַ פונט אויף אַ הויכן באַרג אָדער אין אַ לופט-באַלאָן איבער די וואָלקנס.

אַזאַ רעלאַטיוויזירונג פון שווערקייט האָט געמוזט פירן דערצו, אַז דער באַגריף פון „מאַסע" זאָל זיך אינגאַנצן באַפרייען פון איר.

אין דער אמתן! לאָמיר זיך פאָרשטעלן צוויי קערפּערס, פון אַ פאַרשיידענער מאַסע, וואָס געפינען זיך אויף אַ געוויסן מהלך איינער פון דעם אַנדערן. צווישן זיי הערשט דעמאָלט אַ צוציאונגס-קראַפט פון אַ געוויסער שטאַרקייט. די קראַפט איז דירעקט פּראָפּאָרציאָנעל צו זייערע מאַסן און אומגעקערט פּראָפּאָרציאָנעל צו דעם קוואַדראַט פון דעם מהלך וואָס צווישן זיי, ד. ה. אַז די טרייב-קראַפט אָדער די צוציאונגס-קראַפט איז אַלץ

שטאַרקער, וואָס גרעסער עס זענען די מאַסן און וואָס קלע־נער עס איז דער קוואַדראַט פון דעם מהלך.

לאָמיר זיך איצט פאָרשטעלן, אַז דער מהלך צווישן זיי ווערט אַלץ גרעסער און גרעסער. ממילא וועט זייער קאָנצענטריקע צוציאונגס־קראַפט ווערן אַלץ קלענער און קלענער. דער מהלך צווישן זיי קאָן ווערן אַזוי גרויס, אַז זייער צוציאונגס־קראַפט זאָל אינגאַנצן פאַרשווינדן. מיט דעם גופא פאַרשווינדט אויך אינגאַנצן זייער שווערקייט. וועלן אָבער זייערע מאַסן דערביי פאַרשווינדן? פאַרשטייט זיך, אַז נישט. די שווערקייט איז אַ קראַפט, אַן ענערגיע, און מיר האָבן שוין אויבן געזען, אַז „ענערגיע" לחוד, „מאַסע" לחוד. די ענערגיע מעג זיך פאַרשווינדן, די מאַסע בלייבט, פונקט ווי עס בלייבט דער אייזערנער דראָט, ווען דער עלעקטרישער שטראָם הערט אויף צו מאַכן אים „נערוועאיש".

אַ ראיה, אַז די מאַסן וועלן דערביי נישט פאַרשווינדן, האָבן מיר גאָר אַ פשוטע. זאָלן די קערפּער, ווען זייערע שווער־קייטן זענען פאַרשוואונדן געוואָרן, זיך ווידער אָנהויבן דערנענטערן איינער צו דעם אַנדערן, און עס וועט באַלד אַריינטרעטן אַ מאָמענט, ווען אין זיי וועט ווידער דערוועקט ווערן דער חשק צו שפּילן „אין צוציען זיך", און דער גראַד פון דער צוציאונגס־קראַפט וועט זיין אַ שטאַרקערער ביי דעם קערפּער, וואָס האָט מער מאַסע. וואָס מער מאַסע ער האָט, אַלץ שטאַרקער וועט ער ציען צו זיך. הייסט עס, אַז די מאַסן זענען נישט געווען פאַרשוואונדן, און עס הייסט אויך, אַז זיי זענען לגמרי פאַרשיידן פון די שווערקייטן, וואָס באַווייזן זיך אין זיי אונטער געוויסע אומשטענדן. מיר קאָנען זיי נאָר אין יענע אומשטענדן, ווו עס הערשן תמיד צוציאונגס־קרעפטן, שווערקייטן; דעריבער דוכט זיך אונז אויס, אַז יעדע מאַסע מוז אַלע מאָל האָבן שווערקייט אין זיך, אַז די שווערקייט איז אַן אַבסאָלוטע אייגנשאַפט אירע. נאָך דער אויפשטעלונג אָבער פון ניוטאָנס גראַוויטאַציע־געזעץ זעען מיר איין, אַז די שווערקייטן זענען אַ רעלאַטיווע זאַך און קאָנען אינגאַנצן פאַרשווינדן פון די מאַסן. הייסט עס, אַז די

שווערקייטן קאָנען נישט זיין אָן די מאַסן, אָבער די מאַסן קאָנען גאַנץ גוט זיין, וואָס זיי זענען, אָן די שווערקייטן.

איז — וואָס זענען זיי? אויב מיר קאָנען נישט אויסטייטשן דעם באַגריף „מאַסע" מיט דער הילף פון שווערקייט, מוזן מיר זיך ווידער נעמען פאַר דעם אַנדערן טייטש אירן: „מאַסע" איז „פילקייט". און דאָס טוט טאַקע ניוטאָן.

איינגעזען, אַז די שווערקייטן זענען פאַרענדערלעך, בעת די מאַסן זענען קאָנסטאַנט, שלאָגט ער פאָר אַזאַ פאָרמול פאַר דעם מהות פון דער מאַסע: די מאַסע פון אַ קערפער איז „דער סכום פון מאַטעריע", וואָס געפינט זיך אין אים, געמאָסטן דורך זיין געדיכטקייט און זיין וואָלום (וואָלום איז דער קוביק-שטח, וואָס אַ קערפער פאַרנעמט אין רוים, דורך זיין לענג, זיין ברייט און זיין טיף). וואָס גרעסער עס איז דער וואָלום פון אַ קערפער און וואָס געדיכטער דער וואָלום איז אָנגעשטאָפּט מיט מאַטעריע, אַלץ גרעסער איז זיין מאַסע, אַלץ איינס, וואָס פאַר אַ וואָג זי זאָל נישט האָבן.

איז ניוטאָנס ענטפער אויף דעם פּראָבלעם פון מאַסע אַ באַפרידיקנדיקער?

ע ר נ ס ט מ אַ ך, דער זייער ערנסטער קריטיקער פון דער גאַנצער אַלטער מעכאַניק, באַמערקט מיט רעכט, אַז ניוטאָנס פאָרמול דערקלערט אונז גאָרנישט און פאַרוויקלט אונז אין אַ פאַרכשופטן קרייז: וואָס איז דען די ג ע ד י כ ט ק י י ט פון אַ קערפער, מיט וועלכער מיר זאָלן מעסטן די מאַסע, אויב נישט זיין מאַסע גופא פאַרטיילט אויף אַ געוויסן וואָלום? קומט אויס, לויט ניוטאָנען, אַז די מאַסע פון אַ קערפער איז דער „סכום פון מאַטעריע", געמאָסטן דורך דער מאַסע.

אויב איך מאַך נישט קיין טעות, איז מאַך געווען דער ערשטער, וואָס האָט געפּרוווט געבן אַ דעפיניציע פון מאַסע אָן דער הילף פון יענע צוויי אַבסאָלוטע באַגריפן, מיט וועלכע זי איז געווען פאַרבונדן: שווערקייט און פילקייט.

וואָס די מאַסע איז אין אַ קערפער „אין זיך גופא", אָן אַ שייכות צו אַנדערע קערפערס, וויל מאַך גאָרנישט אָנהויבן צו

טראַכטן. פאַר מאַכן עקזיסטירן נישט קיין באַזונדערע קערפּערס, וואָס האָבן וועלכע עס איז אייגנשאַפטן אין זיך אָן אַ שייכות צו אַלע אַנדערע קערפּערס אין דעם וועלט־אַל. יעדע זאַך איז אויסגעבונדן מיט דעם וועלט־אַל, און אירע אייגנשאַפטן ווערן באַשטימט דורך די שייכותן, אין וועלכע זי שטייט צו דעם גאַנצן וועלט־אַל: אין יעדער געגעבענער צייט אין פאַרשיידענע שייכותן.

„מאַסן״ זענען יענע שייכותן, אין וועלכע קערפּערס שטייען איינער צו דעם אַנדערן, אַ דאַנק דער צוציאונגס־קראַפט, וואָס הערשט צווישן זיי. ווען צוויי קערפּערס שטייען אין אַזאַ שייכות פון קעגנזייטיקער צוציאונג, אַז די צוציאונגס־קראַפט פון איין קער־פּער בנוגע דעם אַנדערן איז גלייך שטאַרק, ווי די צוציאונגס־קראַפט פון דעם אַנדערן קערפּער בנוגע צו דעם ערשטן, דעמאָלט האָבן ביידע קערפּער אַ גלייכן סכום פון מאַסן. דערפון איז ממילא געדרונגען, אַז איין און דערזעלביקער קערפּער קאָן האָבן פאַרשיידענע מאַסן, עס ווענדט זיך אָן דעם, וועלכע גראַוויטאַצי־יעס־שייכותן זיינע מען האָט אין אויג.

אויף אַזאַ אופן פאַרוואַרפט מאַך די פ י ל ק יי ט, פאַר וועלכער ניוטאָן האָט זיך אָנגעכאַפּט. ער ווייזט אויף, אַז ביי צוויי קערפּערס פון גלייכע מאַסן, קאָן קיינער נישט זיין זיכער, צי די צאָל פון זייערע קלענסטע מאַטעריעלע טיילכלעך איז ביי זייביידן די גלייכע. ער פאַרוואַרפט אויך די אַ ב ס אָ ל ו ט ע שווער־קייט, וואָס האָט געהערשט אין דער פיזיק ביז צו ניוטאָנען. דערפאַר בינדט ער אָבער דעם באַגריף מאַסע (אין תּוך אַריין) נאָך ענגער צונויף מיט דער ר ע ל אַ ט י וו ע ר „שווערקייט״.

דער רעוואָלוציאָנערער שריט, מיט וועלכן מאַך שפרייזט איבער ניוטאָנס געדאַנקענגאַנג, באַשטייט דאָ אין דעם, וואָס דאָס האָט קיין מורא נישט צו פאַררעלאַטיווירן די „מאַסע״ פונקט ווי ניוטאָן האָט פאַררעלאַטיווירט די שווערקייט. „מאַסע״ איז שוין פאַר מאַכן אַ רעלאַטיווער באַגריף. דאָרטן, ווי עס פאַר־[illegible]ינדט די צוציאונגס־קראַפט, פאַרשווינדט אויך די מאַסע. דאָרטן, ווו אַ צוציאונגס־קראַפט באַווייזט זיך ווידער, ווערט ווידער

געבאָרן „מאַסע". ער ווערט נישט נתפעל, וואָס אַזאַ געדאַנק גייט להיפך צו דעם כלל גדול פון דער פיזיק, ווי פון דעם מענטשלעכן פאַרשטאַנד, אַז „עקס ניהילאָ ניהיל", „פון גאָר־נישט קאָן גאָרנישט אַרויסקומען", און אַז דעריבער קאָן נישט באַשאַפן ווערן און נישט פאַרשווונדן ווערן קיין איין פּיצעלע מאַסע.

אין דעם זאַץ: „עקס ניהילאָ ניהיל", זעט מאַך די שיריים פון אַ טעאָלאָגישן געדאַנקענגאַנג.

„די באַגריפן", שרייבט ער, „וועגן דעם אומפאַרענדער־לעכן סכום פון דער מאַטעריע, פון דעם אומפאַרענדערלעכן סכום פון דער באַוועגונג, פון דער אומצעשטערבאַרקייט פון דער אַר־בעט אָדער דער ענערגיע, — געדאַנקען, וואָס באַהערשן דורך־און־דורך די מאָדערנע פיזיק, — זיי אַלע זענען אויפגעקומען אונטער דעם איינפלוס פון טעאָלאָגישע אידייען". *)

איינשטיין גייט נישט אַזוי ווייט אין זיין רעוואָלוציע פון די פיזיקאַלישע באַגריפן, ווי מאַך, ווייל זיין אויפגאַבע איז נישט קיין פילאָזאָפישע, נאָר אַ ריין־וויסנשאַפטלעכע. ער אַרבעט אָבער מיט אַ באַגריף פון מאַסע, וואָס איז אויסגעאַרבעט געוואָרן פאַר אים און וואָס האַלט זיך פריי סיי פון דעם באַגריף שווערקייט, סיי פון דעם באַגריף מאַטעריעלע פילקייט.

מיר האָבן אין דעם געוויינלעכן לעבן אַ סך פאַלן, ווו מיר קאָנען שטודירן די דערשיינונגען פון מאַסע אָן אַ ברעקל שייכות צו איר שווערקייט. דאָס זענען יענע פאַלן, ווו די שווערקראַפט, ווען אַפילו נישט פאַרשווונדן, הערט דאָך אויף צו שפילן אַ וועלכע עס איז ראָלע אין דער מאַסע. אַלעמען איז צום ביישפיל באַקאַנט דער פאַקט, אַז די באַוועגונג פון אַ קערפּער, אַפילו זייער אַ שווערן, אויף דער ערד גופא, ווי צום ביי־שפיל דאָס אַריבער־שלעפן (איבער דער ערד) פון איין אָרט אויף אַן אַנדער אָרט, — האָט גאָרנישט צו טאָן מיט זיין שווער־קייט. ווען איך וויל אויפהייבן פון דער ערד אַ מאַסע, מוז איך בייקומען איר שווערקייט, אָבער ווען איך וויל זי פירן אָדער

*) זע זיין מעכאַניק.

שלעפּן איבער דער ערד, דאַרף איך נישט גובר זיין די שווערקראַפט, ווייל זי, די שווערקראַפט, בלייבט דאָך אין יעדן פּלאַץ דיזעלביקע. בייקומען דאַרף מען דערביי איר רייבונג אָן דער ערד און דעם ווידערשטאַנד פון דער לופט. זעט מען צו פאַרמינדערן די רייבונג ביז צו אַ מעגלעכן מינימום, קאָן מען מיט דער אָנווענדונג פון זייער אַ קלייגער קראַפט באַוועגן גרויסע משאות איבער דער ערד. אַזוי קאָן איין מענטש שטופּן אַ שווער אָנגעלאָדענעם וואַגאָן איבער די רעלסן, ווי נאָר מען האָט געמאַכט דעם וואַגאָן זיך רירן פון אָרט. דאָס איז מעגלעך דערפאַר, ווייל דאָ האָט מען צו טאָן מיט דער מאַסע פון דעם וואַגאָן, מען האָט אָבער אַ ברעקל נישט צו טאָן מיט זיין שווערקייט. נאָך אַ ביישפּיל:

הענגט אָן אַ שווערן קערפּער אָן אַ לופט־באַלאָן, וואָס ציט אים אין דער הויך, און רעגולירט אויס דעם לייכטערן גאַז אין דעם באַלאָן אַזוי, אַז ער זאָל שטיין אויף איין אָרט, נישט הויבן זיך און נישט זינקען, ווערט אין אָט דעם פאַל די שווערקראַפט, וואָס ציט דעם קערפּער אַראָפּ צו דער ערד, אויסגעגליכן דורך דער הייבקראַפט פון דעם גאַז, וואָס ציט אים אַרויף. אויך דאָ איז דער קערפּער פריי פון יעדער שווערקייט. זיין מאַסע בלייבט אָבער, ווי געווען.

איז — אין וואָס ווערט זיך אין אַזעלכע פאַלן אַרויסווייזן די מאַסע?

לאָמיר זיך פאָרשטעלן, אַז מיר האָבן פאַר אונז אַ גלייכן לאַנגן שטח, אַזאַ גלאַטן, אַז אַ קייקל קאָן זיך באַוועגן אויף אים מיט דעם קלענסטן גראַד פון רייבונג אָן דער ערד: אַ גוט אָנגעוואַקסטע קעגל־באַן, אָדער אַ גוט־געהאַלטענעם גליטש־פּלאַץ אויף אַ פאַרפראָרענעם וואַסער. לאָמיר אָננעמען, אַז אויף אַזאַ אַבסאָלוט גלאַטן פּלאַץ געפינען זיך צוויי קייקלעך, — איינס אַ הילצערנס, דאָס אַנדערע אַ בלייערנס.ביידע געפינען זיך אין רו. ווען ביידע זאָלן זיך באַוועגן, וועט ביי זיי די שווער־קראַפט נישט שפּילן קיין ברעקל ראָלע, מחמת דעם טעם, וואָס מיר האָבן נאָר וואָס דערקלערט.

אָבער כּדי צו מאַכן, זיי זאָלן זיך אָנהויבן באַוועגן, דאַרפן מיר אָנווענדן אויף זיי אַ געוויסע קראַפט. ווייל ס'איז דאָ אַזאַ געזעץ אין דער פיזיק, וואָס רופט זיך דאָס געזעץ פון אינערציע און וואָס איז אַריינגעבראַכט געוואָרן נאָך פון גאַלילעיען, — אַ געזעץ וואָס זאָגט, אַז ווען אַ קערפער געפינט זיך אין רו, וועט ער פאַרבלייבן אין רו אַזוי לאַנג, ווי עס וועט נישט קומען אַ וועלכע עס איז קראַפט, וואָס זאָל אים מאַכן באַוועגן זיך, און ווען אַ קערפער געפינט זיך אין באַוועגונג מיט אַ געוויסער געשווינדקייט, וועט כּסדר אָנהאַלטן זיין באַוועגונג מיט דערזעלביקער געשווינדקייט, ביז עס וועט נישט קומען אַ וועלכע עס איז קראַפט, וואָס זאָל מאַכן לאַנגזאַמער זיין לויף אָדער אינגאַנצן אים אָפּשטעלן.

יעדער מאַטעריעלער קערפער האָט אין זיך „אינערציע", — אַ וואָרט וואָס קאָן איבערגעגעבן ווערן מיט די אויסדרוקן „אומטעטיקייט", „אָפּגעלאָזטקייט". אויף די צוויי קייקלעך מוזן מיר דעריבער אָנווענדן אַ געוויסע קראַפט, כּדי בייצוקומען זייער אינערציע. זאָל זיין, אַז די קראַפט, וואָס מיר ווענדן דאָ אָן, וועט זיין אַ קליינער שטויס מיט אַ האַמערל. דערביי באַמערקן מיר, אַז אויף דעם בליערנעם קייקל דאַרפן מיר אָנווענדן אַ שטאַרקערן שטויס, איידער אויף דעם הילצערנעם. פאַר וואָס? נישט ווייל דאָס בלייערנע איז שווערער (די שווערקראַפט שפּילט דאָ קיין ראָלע נישט), נאָר ווייל עס האָט אין זיך מער מאַסע, און ממילא מער „אינערציע". דאָס בלייערנע קייקל איז אויך שווערער דערפאַר, ווייל עס האָט מער מאַסע אין זיך.

מיר באַמערקן דערביי אָבער נאָך אַ זאַך. אויב מען זאָל ביידע קייקלעך זיך לאָזן באַוועגן מיט אַ גלייך קרעפטיקן שטויס, וועט דאָס בלייערנע קייקל זיך באַוועגן אַ סך לאַנגזאַמער, איידער דאָס הילצערנע. אין איין און דערזעלביקער צייט-אייניהייט וועט עס דורכלויפן אַ קלענערן וועג, איידער יענץ, און וויל מען, אַז עס זאָל לויפן מיט דער גלייכער געשווינדקייט, דאַרף מען עס אויפמונטערן מיט אַ שטאַרקערן קלאַפּ.

דאָ האָבן מיר פאַר אונז אַ מעטאָד, ווי אַזוי צו שטודירן די „מאַסע" און צו מעסטן זי, וואָס האָט נישט צו טאָן נישט מיט

איר שווערקייט, נישט מיט איר פּילקייט, נאָר מיט איר אינער־ציע, מיט איר אָפּגעלאָזטקייט, „פוילקייט״ און פאַרבלייבזאַמקייט. די אינערציע, אָדער די אייגנשאַפט פון אַ קערפּער צו פאַרבלייבן אין יענעם צושטאַנד פון רו אָדער באַוועגונג, אין וועלכן ער געפינט זיך, שטאַמט פון זיין מאַסע, פון זיין „מאַטעריע״; די גרויס פון זיין אינערציע דריקט זיך אויס אין דעם ווידער־שטאַנד, וועלכן ער ווייזט אַרויס, ווען מען וויל ענדערן זיין צושטאַנד, און דער ווידערשטאַנד קאָן גרינג אויסגעמאָסטן ווערן דורך דער קראַפט, וועלכע מיר ווענדן אָן אויף אַרויסצוברענגען עס פון זיין רו און דורך דער געשווינדקייט, וועלכע עס ווייזט אַרויס, ווען מיר טוען עס אַ שטויס.

וואָס מער קראַפט מיר מוזן אָנווענדן דערביי און וואָס קלענער עס איז זיין געשווינדקייט, אַלץ גרעסער איז אין דעם קערפּער זיין אינערציע, אָדער זיין „מאַסע״.

די מאַסע פון אַ קערפּער, וואָס דריקט זיך אויס אין איר פאַרבלייבזאַמקייט און ווידערשטאַנדס־קראַפט, ווערט אָנגערופן די אינערציאַלע מאַסע, אין דעם אונטערשייד פון דער „שווע־רער מאַסע״, וואָס ווערט געמאָסטן דורך דער שווערקראַפט.

אין וואָס פאַר אַ שייכות עס שטייט די שווערע מאַסע צו דער אינערציאַלער און ווי אַזוי איינשטיין האָט אַוועקגעשטעלט יענע שייכות אין אַ גאַנץ נייער באַלייכטונג און האָט דורכדעם רעוואָלוציאָנירט די ניוטאָנשע טעאָריע פון דער שווערקראַפט, — וועגן דעם דאַרף גערעדט ווערן אין דעם צווייטן טייל פון זיין רעלאַטיוויטעטס־לערע, אין דער „אַלגעמיינער״.

דאָ, אין די גרענעצן פון דער „ספּעציעלער״ רעלאַטיווי־טעטס־לערע, איז נאָר וויכטיק צו האָבן אין זין די נפקא מיניה צווישן די צוויי אַרטן „מאַסע״ און דעם איינבליק, אַז די „אי־נערציאַלע״ מאַסע איז לחלוטין אומאָפּהענגיק פון דער „שווערער״.

כדי דאָס זאָל נאָך קלאָרער ווערן פאַרן גייסטיקן אויג, לאָמיר אָננעמען, אַז ערגעץ־ווו ווייט־ווייט אין דעם וועלטן־רוים, אַזוי ווייט, אַז קיין „שווער־קראַפט״ פון קיין קערפּער קאָן נישט דערגרייכן אַהין, רוט אַ בלייערן קייקל. עס ווערט פון קיין

אָרט נישט צוגעצויגן, און ממילא איז אין אים נישטאָ קיין איין ברעקלעך „שווערע" מאַסע. אָבער אינערציאַלע מאַסע איז אין אים דאָ. כדי אַרויסצוברענגען אים פון זיין רו, דאַרף מען אָנווענדן אַ געוויסע קראַפט, און די קראַפט וועט דאָרטן מוזן זיין אַן אַלץ גרעסערע, וואָס מער „מאַסע" עס האָט אין זיך.

אויף אַזאַ אופן נעמען מיר נאָך אַלץ אָן, אַז ס'איז דאָ אַ מאַסע, ווי אַ באַזונדער סובסטאַנץ און אַז די אינערציע איז אַ נויטווענדיקע אייגנשאַפט אירע. מען קאָן זיך פאָרשטעלן אַ מאַסע אָן שווערקייט, מען קאָן זיך אָבער נישט פאָרשטעלן קיין מאַסע אָן אינערציע. וווּ מאַסע, דאָרטן אינערציע; וווּ אינערציע, דאָרטן מאַסע. און די אינערציע ווייזט זיך אַרויס אין איר ווי־דערשטאַנדס־קראַפט. ממילא קאָן מען די גרויס פון דער מאַסע אַלע מאָל אויסרעכענען דורך דער שטאַרקייט פון דעם ווידער־שטאַנד.

דער חשבון איז אַ פשוטער, ווייל די ווידערשטאַנדס־קראַפט שטייט דאָ אין אַן איינפאַכער מאַטעמאַטישער שייכות צו דער קראַפט פון דעם שטויס, אָדער דעם „אימפולס", — ד. ה., צו דעם סכום פון דער קראַפט, וואָס דאַרף אָנגעווענדט ווערן, כדי גובר צו זיין די אינערציע, — און צו דער געשווינדקייט פון דער באַוועגונג, וועלכע די מאַסע באַקומט דערביי.

דער חשבון באַווייזט, אַז דער אינערציאַלער ווידערשטאַנד פון אַ קערפּער איז גלייך צו דעם סכום פון דעם „אימפולס" געטיילט אויף דער געשווינדקייט.

וויסנדיק די מאַסע פון אַ קערפּער, קאָן מען אויך אויס־רעכענען זיין פרייע „קינעטישע ענערגיע", ד. ה., דעם סכום אַרבעט, וועלכן דער באַוועגטער קערפּער וואָלט אַרויסגעבראַכט, ווען ער וואָלט זיך אָנגעשטויסן אָן אַ ווידערשטאַנד, די שטאַר־קייט פון דעם „קלאַפּ", וועלכן ער וואָלט דערביי דערלאַנגט. אָט די פרייע אָדער „קינעטישע" ענערגיע פון דעם קערפּער געפינט מען, ווען מען כפלט זיין מאַסע אויף דעם קוואַדראַט פון זיין געשווינדקייט און דעם געכפלטן פּראָדוקט צעטיילט מען אויף

זעלבסט. ווי מיר זעען דאָ, ווערט סיי די מאַסע, סיי די ענערגיע געמאָסטן דורך געשווינדקייט.

ווי ווערט אָבער געמאָסטן די געשווינדקייט פון דעם קערפּער? צוליב אָט דעם חשבון דאַרפן מיר נישט אָנקומען נישט צו דער מאַסע, נישט צו דער קראַפט, וואָס באַוועגט זי אָדער וואָס פאַרענדערט די געשווינדקייט פון איר לויף. דאָ איז גענוג צו וויסן דעם מהלך וועג, וועלכן דער קערפּער לויפט דורך אין אַ באַשטימטער צייט. וואָס אַ גרעסערן וועג אין וואָס אַ קלענערע צייט, אַלץ גרעסער די געשווינדקייט, אָדער די געשווינדקייט איז גלייך צו דער צאָל דורכגעלאָפענע מעטערס, געטיילט אויף דער צאָל פון די סעקונדן צייט. מיט דער הילף פון אָט די און אַזעלכע איינפאַכע חשבונות האָט די פיזיק אַרויסגעבראַכט אירע צוויי הויפּט־כּללים, אַז סיי דער סכום פון דער מאַסע, סיי דער סכום פון דער ענערגיע קאָנען אין דער נאַטור נישט פאַרענדערט ווערן. דער מהות פון דער מאַסע גופא בלייבט אָבער דערביי אַקוראַט אַזוי אומדערקלערבאַר, ווי דער מהות פון דער ענערגיע.

אָבער אָט די אַלע חשבונות זענען געמאַכט געוואָרן אויף דעם יסוד פון יענעם, ביז צו איינשטיינען זעלבסטפאַרשטענדלעכן גלויבן, אַז רוים און צייט זענען עפּעס אַבסאָלוטעס, אומפאַרענדערלעכעס, אַז דער מעטער איז אונטער אַלע אומשטענדן אַ מעטער און די סעקונדע תּמיד אַ סעקונדע.

ווי נאָר עס איז אַ דאַנק דער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע געוואָרן קלאָר, אַז הוימלעכקייט און צייטלעכקייט זענען נישט אַבסאָלוט, און אַז אין זייער אויסרעכענונג שפּילט אַן אומגעהייערע ראָלע די געשווינדקייט פון דעם ליכט־שטראַל, אַזוי איז נאַטירלעך אויסגעוואַקסן די נויטווענדיקייט איבערצורעכענען אַלע אַלטע חשבונות אויף די יסודות פון דער נייער טעאָריע.

און דערביי האָבן זיך גענומען אַרויסווייזן וווּנדער איבער וווּנדער, וואָס האָבן געפירט צו דעם נייעם בליק אויף דער שייכות, וואָס הערשט צווישן „מאַסע" און „ענערגיע". לויט דער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע איז די קינעטישע ענערגיע נישט גלייך צו דער

מאַסע, געכפּלט אויף דער העלפט פון דער געשווינדקייט אין קוואַדראַט. אַ גאַנץ אַנדער חשבון דאַרף געמאַכט ווערן, כּדי אויסצוגעפינען איר סכום. די מאַסע דאַרף מען כּפלען נישט אויף דעם קוואַדראַט פון דעם קערפּערס געשווינדקייט, נאָר גאָר אויף דעם קוואַדראַט פון דער ליכט-געשווינדקייט; און דעם געפונענעם פּראָדוקט דאַרף מען צעטיילן נישט אויף העלפט, נאָר גאָר אויף דער שוין אונז באַקאַנטער ווונדערזאַמער „לאָרענץ-צאָל". ד. ה. אויף דעם „קוואַדראַט-וואָרצל פון איינס מינוס וו-קוואַדראַט, געטיילט אויף צע-קוואַדראַט".

טראַכט מען זיך אַריין אין אָט דער נייער פאָרמול פאַר ענערגיע, קומט מען קודם צו דעם נשתּוממדיקן רעזולטאַט, אַז אויב דער „וו", אָדער די געשווינדקייט פון דעם קערפּער, זאָל זיך דערגרענטערן צו דער געשווינדקייט פון אַ ליכט-שטראַל, דעמאָלט מוז זיין ענערגיע אָנוואַקסן צו אַן אומענדלעך גרויסער צאָל, ד. ה. צו אַ צאָל, וואָס קאָן קיינמאָל נישט פאָרקומען אין דער ווירקלעכקייט. אַזוי אָבער ווי די ענערגיע פון אַ קערפּער אין דער ווירקלעכקייט איז תּמיד אַן ענדלעכע גרויס, קומט דערפון ממילא אַרויס דער רעזולטאַט, אַז אין דער ווירקלעכקייט מוז די געשווינדקייט פון אַ קערפּער זיין תּמיד קלענער, איידער די געשווינדקייט פון אַ ליכט-שטראַל ד. ה. אַז זי קאָן בשום אופן נישט פאַרגרעסערט ווערן, וויפל ענערגיע מען זאָל נישט אָנווענדן אויף איר פאַרשנעלערונג.

דאָס קלינגט ווי אַ ווונדער, ווי דערזעלביקער ווונדער, מיט וועלכן מיר זענען שוין באַקאַנט געוואָרן אין די פריערדיקע קאַפּיטלען און וואָס האָט אונז געלערנט, אַז אויך די געשווינדקייט פון דעם ליכט-שטראַל גופא קאָן נישט פאַרגרעסערט ווערן, ווי געשווינט עס זאָל זיך נישט באַוועגן דער קערפּער, פון וועלכן עס גייען אַרויס די ליכט-שטראַלן.

ווי אַזוי איז דאָס צו דערקלערן? פאַר וואָס זאָל די מאָס פון מעגלעכער געשווינדקייט האָבן אַזאַ ווונדערבאַרן גרענעץ אין דער נאַטור? לערנט אונז דען נישט דער שכל הישר — און ניוטאָן

מיט אים — אַז „אַלע באַוועגונגען קאָנען פאַרשנעלערט און פאַרלאַנגזאַמט ווערן״ ?

די דערקלערונג פון דעמדאָזיקן ווונדער איז געפונען געוואָרן, ווען איינשטיין האָט זיך טיפער אַריינגעטראַכט, אָדער ריכטיקער: „אַריינגעחשבונט״, אין דעם מהות פון דער אינערציאַלער „מאַסע״, וואָס איז אומאָפּהענגיק פון איר וואָג.

ביז צו איינשטיינען איז געווען קלאָר, אַז אָט די אינערציאַלע מאַסע קאָן נישט פאַרגרעסערט ווערן און נישט פאַרקלענערט ווערן. מיר האָבן שוין אויבן געזאָגט, אַז קיין פיצעלע מאַסע קאָן נישט באַשאַפן ווערן און קאָן נישט פאַרשווינדן. זי איז אינגאַנצן אומאָפּהענגיק פון דער ענערגיע, וואָס ווערט צוגעפירט צו איר, אָדער אַוועקגענומען פון איר, ווי די מאַסע פון דעם אייזערנעם דראָט בלייבט אומפאַרענדערט פון דעם עלעקטרישן שטראָם, וואָס ציט אים דורך. דער עלעקטרישער שטראָם פאַרמערט זיין ע נ ע ר ג י ע, אָבער ער קאָן נישט פאַרמערן זיין מאַסע, ווען דער עלעקטרישער שטראָם גייט איבער פון איין דראָט אויפן אַנדערן, אָ ב ע ר ד ע ר ב י י ו ו ע ר ט נ י ש ט אַ ר י ב ע ר ג ע ט ר אָ ג ן ק י י ן א י י ן פ י צ ע ל ע מ אַ ס ע.

דאָס אַלץ זענען געווען אַבסאָלוטע אמתן, וואָס האָבן געשטימט סיי מיט דער דערפאַרונג, סיי מיט דער אויבנדערמאָנטער טעאָריע, אַז מאַסע איז עפּעס אַזוינס, וואָס איז לגמרי פאַרשיידן פון ענערגיע. די חשבונות אָבער אויף דעם נייעם רעלאַטיוויטעטס־יסוד האָבן גענומען אַרויסווייזן, אַז די מאַסע איז אַ סך ענגער צונויפגעבונדן מיט דער ענערגיע, ווי מען האָט זיך דאָס פריער געקאָנט פאָרשטעלן. און דעריבער איז איינשטיין געווען געצווונגען קלאָר אַוועקצושטעלן אַזאַ שאלה: א י ז ד י א י נ ע ר צ י אַ ל ע מ אַ ס ע פ ו ן אַ ק ע ר פּ ע ר אָ פּ ה ע נ ג י ק פ ו ן ד ע ם ס כ ו ם פ ו ן ז י י ן ע נ ע ר ג י ע ?*)

און וועלכן ענטפער ברענגט אַרויס זיין אונטערזוכונג ?

ליידער קאָנען מיר נישט איבערגעבן דעם גאַנג פון זיין

*) קוועלן־בוך ז. 51.

פאָרשונג. יעדער איינער נישט מאַטעמאַטיש געבילדעטער לייענער, וואָס האָט אַריינגעקוקט אין איינשטיינס אָריגינעלע ווערק, האָט מסתמא געהאַט דעמזעלביקן איינדרוק, וואָס דער שרייבער פון אָט די שורות:

אַ מענטש הויבט אָן צו רעדן ווי דער סדר איז מיט אַ מענטשלעכן קלאָרן לשון. ער לייגט אייך פאָר אַ רעאַלן פאַל פון דער פיזישער וועלט, און איר האָט הנאה פון דער קלאָרקייט און שיינקייט, ווי אַזוי ער שטעלט אַוועק די שאלה, אָבער קוים גייט ער אַריבער צו דעם ענטפער, אַזוי — פורץ! — שליידערט ער זיך אַריין אין אַ שלל פון אַלערליי ציפערן, אותיות (לאַטייניש און גריכישע, גרויסע און קליינע) און נאָך אַנדערע מאַטעמאַטישע צייכנס. וואָס ער טוט דאָרטן, ווייסט איר נישט, איר זעט נאָר, אַז ער טוט דאָרטן אָן מעשים. ער שטעלט זיי אויס אין ראַנדן און לאָזט זיי אָנפאַלן איינער אויף דעם אַנדערן, ווי אין אַ מלחמה. ער גיסט זיי צונויף אינאיינעם און נעמט זיי ווידער פאַנאַנדער, און אייך דוכט זיך, אַז ער האָט אַ באַזונדערן תענוג אַרויסצודרייען פון זיי נעבעך די לעצטע וואָרצלען, און לסוף ווען ער צעטרייבט די גאַנצע מחנה און פון איר בלייבן איבער נאָר אַ פּאָר אותיות מיט צאָלן, קומט ער ווידער צו אונז מיט קלאָרע מענטשלעכע רייד און מיט אַ פאַרטיקן ענטפער אין דער האַנט.

אויך אין אַן אַנדער פאַל הויבט ער אָן מיט אַ גאַנץ קלאָרן אויפשטעל פון צוויי קערפּערס, איינעם אין אַ סיסטעם פון רו, דעם אַנדערן אין אַ סיסטעם פון באַוועגונג, און לאָזט איינעם פון זיי אַרויסשיקן ליכט-שטראַלן פון אַ געוויסער ענערגיע אין פאַרשיידענע ריכטונגען, און אָפּמאַכנדיק מיט אונז דעם תנאי, אַז דער כלל גדול פון דעם „ענערגיע-פּרינציפּ” (ד. ה. אַז קיין טראָפּנדל ענערגיע ווערט נישט פאַרשוווּנדן) זאָל אין אַ גלייכער מאָס הערשן סיי אין דער רוענדיקער סיסטעם, סיי אין דער באַוועגטער, טוט ער אַ צי דעם פאָרהאַנג, און אויף דער סצענע מאַרשירן אַרויף זיינע גימנאַסטן, וואָס הויבן אָן צו באַווייזן זייערע מאַטעמאַטישע קונצן.

דאָס מאָל געדויערט דאָס נישט לאַנג, ווייל די הויפּט-פאָר-שטעלונג איז שוין געגעבן געוואָרן פריער אין דער אַרבעט: „צו דער עלעקטראָ-דינאַמיק פון באַוועגטע קערפּערס".

נאָך אַ קליין שפּיצל, ווו אויף אונזער לאָרענץ-צאָל פאַלט אויס די הויפּט-ראָלע, בלייבט איבער אויף דער סצענע אַ גאַנץ קליינינקע גלייכונג, וואָס לייענט זיך אַזוי: „קאָ-נול מי-נוס קאָ-איינס איז גלייך גרויס על, געטיילט אויף גרויס-ווע אין קוואַדראַט, געכפּלט אויף דער העלפט פון קליין-ווע קוואַדראַט".

און אָנווייזנדיק אָט אויף דער גלייכונג, רעדט ער צו אונז שוין אַ סך מענטשלעכערע רייד:

„פון אָט דער גלייכונג קומט ממילא אַרויס:

„אויב אַ קערפּער גיט אַוועק די ענערגיע גרויס-על אין דער פאָרם פון שטראַלונג, דעמאָלט פאַרקלענערט זיך זיין מאַסע מיט גרויס-על, געטיילט אויף גרויס-ווע-קוואַדראַט. ס'איז דאָ באַשיינפּערלעך נישט ממשותדיק, וואָס די ביים קערפּער אַוועקגענומענע ענערגיע, איז אַריבערגעגאַנגען אין שטראַלונג. ממילא ווערן מיר געפירט צו נאָך אַן אַלגעמיינעם שלוס:"

„די מאַסע פון אַ קערפּער איז די מאָס פאַר דעם געהאַלט פון זיין ענערגיע. פאַרענדערט זיך די ענערגיע אויף גרויס-על, איז ענדערט זיך אין דעמזעלביקן זין אויך די מאַסע אויף גרויס-על געטיילט דורך ניין מאָל צען אין דער צוואַנציקסטער פּאָטענץ" (ד. ה. אַ צען, וואָס כפּלט זיך אויף זיך אַליין צוואַנציק מאָל), „אויב די ענערגיע זאָל געמאָסטן ווערן אין ערגן און די מאַסע אין גראַמען"...

„אויב די טעאָריע שטימט צונויף מיט די פאַקטן, איז דעמאָלט טראָגט אַריבער די שטראַלנדיקע ענערגיע אינערציע פון די אַרויסשיקנדיקע קערפּערס צו די איינזאַפּנדיקע".

אין נאָך פּשוטערע רייד איז דאָס דער טייטש:

ווען איר שטעלט אַוועק אַ קוואָרט וואַסער אויפן פייער, פאַרמערט די וואַרעמקייט די ענערגיע פון דעם וואַסער און דורך דעם גופא אויך זיין מאַסע, זיין „מאַטעריע" און ממילא אויך זיין שווערקייט (דער צווואַקס פון זיין מאַסע איז אָבער

דערבײַ אַזוי קליין, אַז מיט קיינע מאָסמיטלען האָט מען דאָס ביזאַהער ניט געקאָנט אויסגעפינען, און דערפאַר האָט מען גע־גלויבט, אַז מאַסע קאָן נישט פאַרמערט ווערן.)

דאָס איז אויך דער טייטש, אַז ווען דער קערפּער גיט אויס ענערגיע, גיט ער דערמיט גופא אויס מאַסע. זיין אינער־ציאַלע ווידערשטאַנדס־קראַפט ווערט שוואַכער, און אויב ער זאָל דערבײַ אויסגעבן זיין ג אַ נ צ ע ענערגיע, וועט אויך זיין גאַנצע מאַסע פ אַ ר ש ו ו י נ ד ן לגמרי. מיט אַנדערע ווערטער הייסט עס, אַז מאַסע אין זיך גופא איז בכלל אַ זאַך, וואָס עקזיסטירט נישט אין מציאות: ווייל איר תּוך איז נישט קיין אַנדער זאַך, ווי ענערגיע אָדער ווידערשטאַנדס־קראַפט.

איצטער קאָן מען שוין נישט זאָגן: „מאַסע איז אַ מאַטע־ריעלע סובסטאַנץ, וואָס האָט אין זיך ווידערשטאַנדס־קראַפט". מאַ־סע איז ווידערשטאַנדס־קראַפט, ד. ה. ענערגיע.

אַזאַ בליק אויף דעם ענין פון „מאַסע" דערקלערט אונז אַ סך זאַכן, סיי אין דער אַלטער פיזיק, סיי אין דער נייער.

אָט נעמט די א י נ ע ר צ י ע גופא, וואָס איז באַטראַכט געוואָרן, ווי אַן אייגנשאַפט פון דער מאַטעריע. די מאַטעריע איז א י־נ ע ר ט, ד. ה. אומטעטיק, פּאַסיוו, אָפּגעלאָזט. דאָס מאַכט דעם איינדרוק, אַז זי לאָזט זיך מען זאָל טאָן מיט איר וואָס מען וויל, כחומר ביד היוצר, ווי אַ גולם. טוט מען עס אַ שטויס, באַוועגט עס זיך, ווי אַ גולם, אָן אַן אויפהער, שטעלט מען עס אָפּ, בלייבט עס אין רו.

אָבער דעמאָלט וואַקסן אויס אַ סך שאלות. פאַרוואָס דאַרף מען אַ גרעסערע מאַסע אַ שטויס טאָן מיט אַ ג ר ע ס ע ר ע ר קראַפט, איידער אַ קלענערע? איז דעם גרעסטן גולם נישט גע־נוג, מען זאָל אים נאָר אַ ריר טאָן מיט אַ פינגער, אַ לייכטן שטויס טאָן, ער זאָל זיך שוין אָנהויבן טראָגן? פאַר וואָס זאָל דער אָנהויב פון זיין באַוועגונג, און די געשווינדקייט אירע און די קראַפט, וואָס זאָל זי קאָנען אָפּשטעלן, זיין אָנגעמאָסטן אָן דעם סכום מ אַ ס ע, וואָס אין אים? פון וואַנען נעמט זיך ביי אים די אינערציאַלע פעאיקייט צו טראָגן זיך אָן אַן אויפהער אין איין

ריכטונג מיט אַ שטענדיקער געשווינדקייט, ווי נאָר איר האָט אים דערלאַנגט דעם נויטיקן שטויס ? פון וואַנען נעמט ער כּחות צו שלעפּן זיין חומר איבער דעם רוים „אין אַלע אייביקייטן״ ?

די אַלטע פיזיק האָט אויף דערויף נישט געהאַט קיין פּאָזיטיווען ענטפער. ערשט דער נייער בּליק, אַז מאַסע איז נישט גאָלמדיקע מאַטעריע, נאָר ע נ ע ר ג י ע, גיט אונז אַ באַפרידיקנדיקן ענטפער אויף די שאלות. דער קערפּער נעמט אָט די אַלע כּחות, — אי זיין ווידערשטאַנד צו בּייטן זיין צושטאַנד פון רו אויף באַוועגונג און פון באַוועגונג אויף רו, — אי זיין געשווינדקייט, אי זיין אימפּעט אין טראָגן זיך, דאָס אַלץ נעמט זיך ביי אים פון זיין מ אַ ס ע, ד. ה. פון דעם סכום ענערגיע, וואָס איז צונויפגעפּרעסט געוואָרן אין איר, וואָס מער ענערגיע אים קומט צו, אַלץ רייכער ווערט ער אין „מאַסע״, ד. ה. אין אַלערליי כּחות, וואָס בילדן זיין ווידערשטאַנדס-קראַפט.

און דאָס פון זיין זייט דערקלערט אונז אויך דעם גרויסן וואונדער, וועלכן די נייע פיזיק האָט אַרויסגעבראַכט: דעם וואונדער, וואָס די געשווינדקייט פון אַ באַוועגונג קאָן קיינמאָל נישט ווערן גרעסער איידער די געשווינדקייט פון אַ ליכט-שטראַל.

מיר האָבּן שוין אויבן געזען, אַז אויב אַ קערפּער זאָל זיך אָנהויבן טראָגן מיט אַ געשווינדקייט, וואָס דערנענטערט זיך צו דער געשווינדקייט פון אַ ליכט-שטראַל, מוז דעמאָלט די ענערגיע זיינע אָנוואַקסן ביז צו אַן א ו מ ע נ ד ל ע ך גרויסער צאָל. אויב אָבער מאַסע און ענערגיע איז איין און דיזעלביקע זאַך, דעמאָלט הייסט עס, אַז אויך די מ אַ ס ע זיינע מוז ווערן אומענדלעך גרויס, און מיט איר זיין ו ו י ד ע ר ש ט אַ נ ד ס - ק ר אַ פ ט, זיין נישט לאָזן זיך ווייטער אָנטרייבן. קאָן מען טאַקע אין דער ווירקלעכקייט נישט געפינען קיין איין ענדלעכן סכום ענערגיע, וואָס זאָל קאָנען בּייקומען אַזאַ ווידערשטאַנד און פאַרגרעסערן די געשווינדקייט.

און ווען מאַסע איז נישט קיין אַנדער זאַך, ווי ענערגיע, דעמאָלט ווערן פון די צוויי באַזונדערע פיזיקאַלישע געזעצן, וואָס זענען ביזאַהער געלאָפן פּאַראַלעל איינס צום דעם אַנדערן, —

די דערהאַלטונג פון ענערגיע און די דערהאַלטונג פון מאַטעריע אָדער מאַסע, — צונויפגעשמאָלצן אין איין-איינציקן געזעץ: דעם געזעץ פון דער דערהאַלטונג פון דער ענערגיע. („דער זאַץ פון דערהאַלטונג פון מאַסע אין אַ סיסטעם", שרייבט דעריבער איינשטיין, „פאַלט צונויף מיט דעם זאַץ פון דערהאַלטונג פון ענערגיע, און איז אמת נאָר אויף אַזוי ווייט, אויף וויפל סיסטעם גיט נישט אַוועק און נעמט נישט אויף קיין ענערגיע" *). די מאַטעריאַליסטישע פיזיק, וואָס האָט נישט געקאָנט פטור ווערן פון דעם דואַליסטישן חשבון אין „קראַפט" און „שטאָף", באַקומט אויף אַזאַ אופן אויף אַ ריין וויסנשאַפטלעכן וועג אַ קלאָרן מאָניסטיש-ענערגעטישן פנים. נישטאָ אין דער נאַטור נישט קיין מאַסע און נישט קיין מאַטעריע. אַלץ אין איר איז ענערגיע און קראַפט.

אָט דאָס איז דער אומגעהייער וויכטיקער טעאָרעטישער געווין, וועלכן די רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע האָט געבראַכט מיט זיך.

מיט זעכצן יאָר צוריק (אין 1905), ווען איינשטיין האָט אין זיין אויבן-ציטירטער אַרבעט אַרויסגעזאָגט זיין „ברוך דיין האמת" אויף דער מאַסע, האָט ער נאָך פאָרזיכטיק צוגעגעבן: „אויב די טעאָריע שטימט מיט די פאַקטן". פאַר אָט די זעכצן יאָר האָבן זיך שוין אָנגעזאַמלט גענוג פאַקטן, וואָס פאַר-אמתן זיין טעאָריע. קודם כל זענען דאָס אַלע יענע עקספּערי-מענטן און אויסרעכענונגען, וואָס שטיצן די רעלאַטיוויטעטס-טע-אָריע בכלל. אויף זיי אַלע קאָן זיך אָנלענען אויך זיין מאַסן-טעאָריע, ווייל זי איז אַ נויטווענדיקער פועל-יוצא פון זיינע גרונט-פּרינציפּן. אָבער עס זענען שוין אויך געמאַכט געוואָרן עקספּערימענטן, וואָס פאַלן אינגאַנצן צונויף ספּעציעל מיט זיין מאַסן-טעאָריע. אַזוי האָט מען אויסגעפונען, אַז אַ קערפּער, וואָס איז אָנגעלאָדן מיט עלעקטריע, ד. ה. באַרייכערט מיט נייער ענערגיע, ווייזט אַרויס אַ גרעסערן ווידערשטאַנד ביים

*) אַלגעמיינפאַרשטענדלעך, ז. 82.

איבערגיין פון רו אין באַוועגונג, איידער דערזעלביקער קער־פער אָן עלעקטריע. ד. ה. אַז ער האָט מער אינערציע און ממילא מער מאַסע.

אָבער נישט נאָר אַ טעאָרעטישן געווין האָט אונז געבראַכט איינשטיינס נייער בליק אויף דעם מהות פון דער מאַטעריע. אויך אומגעהייער רייכע פּראַקטישע אויסזיכטן האָבן זיך אויפ־געעפנט אַ דאַנק אים.

יעדעס פּיצעלע מאַטעריע איז נישט קיין אַנדער זאַך, ווי אַ שפּייכלער פון ענערגיע. דאָס, וואָס מיר רופן „מאַסע״, איז נישט קיין אַנדער זאַך, ווי די אויפשריפט אויפן שפּייכלער, וויפל ענערגיע עס געפינט זיך אין אים. „די אינערציאַלע מאַסע פון אַ קערפּער־סיסטעם קאָן פשוט אָנגעזען ווערן, ווי די מאָס פון זיין ענערגיע״.

ווי גרויס איז יענע מאָס אין אַ פּיצעלע „מאַטעריע״? אין דער אַלטער פיזיק פּלעגט מען באַרעכענען די ענערגיע פון אַ קערפּער מיט אַ צאָל, וואָס האָט אין זיך דעם כפל פון מאַ־סע אויף דעם קוואַדראַט פון דעם קערפּערס געשווינדקייט. אין איינ־שטיינס חשבונות ווערט אָנשטאָט דעם אַריינגעפירט דער כפל פון מאַסע אויף דעם קוואַדראַט פון ליכט־געשווינדקייט, ד. ה., דריי מאָל הונדערט טויזנט קילאָמעטער אין אַ סעקונדע, געכפלט אויף זיך אַליין.

דאָס איז אַזאַ אומגעהייערע צאָל, אַז איין קליינער שטיינער־נער באַרג האָט אין זיך, אין אַן איינגעשפּייכלערטן צושטאַנד, אַ סך מער טרייב־קראַפט, איידער אַלע נאַטור־קרעפטן אינאיי־נעם, מיט וועלכע די מענטשהייט באַנוצט זיך איצטער אין איר אינדוסטריע!

אָט די ענערגיע איז ליידער איינגעשפּייכלערט נישט אין די מאָלעקולן, פון וועלכע מיר קאָנען זי שוין איצטער ביז צו אַ געוויסן גראַד באַפרייען, נאָר אין די אַ ט אָ מ ע ן, צו וועלכע מיר קאָנען נאָך נישט צוקומען. די איינציקע ענערגיע, וואָס שטאַמט פון דעם פאַנאַנדערפאַל פון די אַטאָמען און וועלכע מיר באַנוצן איצטער, איז די ענערגיע, וואָס באַפרייט זיך אין די ראַדיום־

שטראַלן. אָבער דאָ מוזן מיר וואַרטן ביז די נאַטור אַליין ברעקלט פאַנאַנדער ביסלעכווייז אירן אַן אַטאָם.

אָנהויבן אויסנוצן, ווי דער סדר איז, די ענערגיע פון אַן אַטאָם, וועלן מיר ערשט קאָנען דעמאָלט, ווען מיר וועלן אַליין קאָנען אים פאַנאַנדערשפּאַלטן, און דעמאָלט וועלן זיך עפענען פאַר דער מענטשהייט אומענדלעכע קוואַלן פון נייער גבורה און קראַפט.

אויף דעם סמך פון איינשטיינס אויסרעכענונגען באַהויפּטעט צ. ב. מאָשקאָווסקי, אַז מיט אַ פּאָר פונט קוילן וואָלט מען געקאָנט טרייבן די גרעסטע שיף פון האַמבורג ביז ניו יאָרק, אויב מען זאָל נאָר מאַכן, אַז די גאַנצע „מאַטעריע" פון די קוילן זאָל זיך פאַרוואַנדלען אין טרייב־קראַפט.

אומגעהייערע נאַטור־קרעפטן, איינגעשפּייכלערט אין די אַטאָמען, וואַרטן נאָך אַלץ אויף דעם מענטשן, ער זאָל זיי אויסנוצן צו גוטן. צו גוטן? נאָר — ווו איז די גאַראַנטיע, אַז נאָר צו גוטן? וועלן דידאָזיקע מענטשן קאָנען געשטערט ווערן פון אויסנוצן זיי צו בייזן? אַזאַ שאלה שווימט ממילא אַרויף אויפן זין. שטעלט זיך נאָר פאָר, אַז צו יענער צייט זאָלן מענטשן נאָך פירן מלחמות! „אַלע באָמבאַרדירונגען, וואָס זענען דורכגעפירט געוואָרן זינט מען האָט אויסגעפונען די פייערוואָפן, שרייבט מאָשקאָווסקי אין זיין איינשטיין־בוך, וואָלטן געווען אַן אומשולדיק קינדער־שפּיל אין פאַרגלייך מיט יענער צעשטערונג, וואָס מען וואָלט געקאָנט אָנטאָן מיט אַ פּאָר עמער קוילן".

דאַרף מען זיך טאַקע צואיילן און אָפּשאַפן מלחמות! און כדי מען זאָל זיין געזיכערט אויך אַנטקעגן אַנדערע בייזע מענטשן, וואָס זיי קאָן זיך אפשר צוליב פּריוואַט־פאַרגעניגן פאַרגלוסטן אַרויפצושפּריצן צום הימל אַ ניו־יאָרק אָדער אַ לאָנדאָן, דאַרף מען זען, אַז די מאָראַלישע ענערגיע פון דעם מענטשן זאָל ביי יעדן מענטשן דערגרייכן ביז צו אַזאַ מדרגה, אַז קיין בייזער גלוסט זאָל זי נישט קאָנען בייקומען, און אַז די גאַנצע נייע ענערגיע און קראַפט זאָל אַוועקגיין נאָר צו גוטן.

מיט אָט דער האָפענונג לאָמיר דאָ פאַרענדיקן דעם ערשטן

טייל פון איינשטיינס רעלאַטיוויטעטס-לערע. אין דעם צווייטן טייל געפינען זיך אויך גענוג שטעלן, וואָס רעדן גענוג קלאָר וועגן דער ענערגיע און דער קראַפט פון איינשטיינס וויסנשאַפט-לעכן דענקען.

די „אַלגעמיינע“ טעאָריע פון רעלאַטיוויטעט
און די עקוויוואַלענץ־טעאָריע

איינשטיינס „אַלגעמיינע טעאָריע פון רעלאַטיוויטעט" איז אַרויסגעוואַקסן פון זיין ספּעציעלער טעאָריע, און אין דעם פּרט פון פאַרשטענדלעכקייט, פון נאָנטקייט (אָדער ווייטקייט) צו דעם געוויינלעכן שכל הישר ווערט זי פאַררעכנט פאַר דעם שווע-רערן טייל פון איינשטיינס לערעס. ווען מען האָט גערעדט וועגן דעם, אַז נאָר „צוועלף מענטשן קאָנען זי פאַרשטיין", האָט מען געהאַט אין אויג גראָד אָט די „אַלגעמיינע" טעאָריע.

איר שווערקייט איז אָבער פון אַ גאַנץ אַנדערער אַרט, איי-דער די שווערקייט פון דער „ספּעציעלער" טעאָריע פון רעלאַ-טיוויטעט. אין אַ געוויסן זין איז זי אַ סך לייכטער צו פאַרשטיין, איידער די ערשטערע. געוויס איז זי נישט אָרעם אין חידושים, וואָס גייען להיפּך צו דעם געוויינלעכן געדאַנקענגאַנג און די אָנגענומענע באַגריפן פון דעם טאָג-טעגלעכן דענקען. אָבער אָט די חידושים זענען נישט אַזוי איבערראַשנדיק, נישט אַזוי „קאַפּוי-עריש" פאַר דעם געוויינלעכן דענקען, ווי די, מיט וועלכע מיר זענען באַקאַנט געוואָרן אין די פריערדיקע קאַפּיטלען.

נעמט צ. ב. אַזאַ רעזולטאַט פון דער „ספּעציעלער" טע-אָריע ווי די רעלאַטיוויטעט פון דער צייט.

אויב איר געדענקט, מוז לויט איינשטיינס טעאָריע אויסקו-מען, אַז ווען צוויי „סיסטעמען" געפינען זיך אין אַ צושטאַנד פון רו און באַוועגונג, איינע לגבי דער אַנדערער, — ווי צ. ב. די ערד און אַ לופט-שיף, וואָס פליט פון איר אַוועק אין אַ גליי-

בער ליניע אין דער לענג, — און ווען זיי מאַכן אָפּ, זיי זאָלן זיך דורכרעדן מיט ליכט־סיגנאַלן, וואָס געדויערן, זאָגן מיר, צו אַ שעה צייט, און ווען זיי רעגולירן אויס זייערע זייגערס, וואָס גייען אין אַ גלייכן טעמפּ, ביידע בלייבן פּינקטלעך געטריי דעם אָפּמאַך, — וועט אויסקומען, אַז ביי אַ געוויסער געשווינדקייט פון דער באַוועגונג, וועט דער שעה־סיגנאַל פון דער שיף לייכטן פאַר דער ערד צוויי שעה, און דער שעה־סיגנאַל פון דער ערד וועט פאַר דער שיף געדויערן אויך אָט אַזאַ פאַרטאָפּלטע צייט.

דאָס איז דערפאַר, וואָס עס איז נישטאָ קיין אַבסאָלוטע באַוועגונג און עס איז נישטאָ קיין אַבסאָלוטע צייט. אַ „זייגערנע" שעה קאָן ביי אַ געוויסער געשווינדקייט דויערן צוויי שעה, ווי פּינקטלעך און ריכטיק דער זייגער זאָל נישט גיין. און אָט די פאַרענדערונג אין דער „צייטלעכקייט" קומט פאָר פאַר ביידע סיסטעמען אין אַ גלייכער מאָס, ווייל זייער „באַוועגונג" און זייער „רוּ" זענען נישט קיין אַבסאָלוטע, נאָר ר ע ל א ט י װ ע דערשיי־נונגען. מיט דעמזעלביקן רעכט, מיט וועלכן מיר זאָגן, אַז די ערד רוט און די לופט־שיף באַוועגט זיך לגבי איר, קאָן מען זאָגן, אַז די לופט־שיף רוט און די ערד באַוועגט זיך לגבי איר. דאָסזעלביקע געזעץ פון „צייטלעכקייט", וואָס מאַכט, אַז מיינע אַ שעה זאָל דויערן ביי דיר צוויי שעה, מאַכט אויך, אַז דיינע אַ שעה זאָל פאַר מיר פאַרטאָפּלט ווערן אין איר דויער.

אָדער — דער חדוש מיט די קלאַפּטערס, ווו מיינער אַ קלאַפּטער ווערט ביי דיר אַ האַלבער קלאַפּטער, און פאַרקערט.

די אָפּשאַפונג פון דעם אַבסאָלוטן רוים, דער אַבסאָלו־טער צייט און דער אַבסאָלוטער באַוועגונג זענען רעזולטאַטן, וואָס ווילן זיך פּשוט נישט לייגן אויף אַ מענטשלעכן שכל הישר. דאָס הייסט: זיי, די רעזולטאַטן, זענען שוין גראָד מרוצה דע־רויף. נאָך מער: זיי פאָדערן דאָס. נאָר — וואָס דען? אונזער שכל, הפנים, איז נאָך צו ענג, צו יונג, צו קליין־געוואַקסן, ער זאָל זיי פריידיק אויפנעמען און באַנעמען. און אַרויסטרייבן זיי קאָן ער נישט. די לאַגע איז אַזאַ, אַז זיי קאָנען נישט געמאַלט זיין

און זיי מוזן געטראַכט ווערן; מען מוז וויסן, אַז זיי זענען אמת. נעמט דער שכל זיי אויף, ווי שלוחים פון אַ פרעמדער געדאַנקען־וועלט... ביז ער וועט זיך צוגעוווינען צו זיי און וועט איינזען, אַז זיי זענען געקומען אויף צו בלייבן און איבערצו־בויען אונזער גאַנצע וועלטאַנשויאונג און אַלע אונזערע וויסנשאַפט־לעכע חשבונות ביז אַהער.

אין דער אַלגעמיינער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע זענען נישטאָ אַזעלכע געדאַנקען, וואָס זאָלן גיין אַזוי שאַרף להיפך צו דעם געוויינלעכן שכל הישר. די שווערקייט זייערע ליגט נישט אַזוי אין די רעזולטאַטן פון דער פאָרשונג, ווי אין דעם וועג און די מאַטעמאַטישע באַווייזן און אויסרעכענונגען. אָט די מאַ־טעמאַטישע אַנאַליזן, זאָגט מען, זענען אַזוי שאַרף און גאוניש, אַז גאָר־גאָר אַ קליינע צאָל ספּעציאַליסטן אין דער העכערער מאַטעמאַטיק קאָנען כאַפּן זייערע שיחות־חולין.

איז — וואָס זאָל דאָס אונז אַרן? ווי מיר האָבן, ברוך השם, נישט פאַרשטאַנען אַ האָר אין זיינע „צירופי אותיות" פון דער „ספּעציעלער" טעאָריע, אַזוי וועלן מיר, מיט גאָטס הילף, פאַרטיק ווערן אויך מיט דער „אַלגעמיינער": זאָל זיין אָן מאַ־טעמאַטיק! פּראָפ. איינשטיין איז ביי אונז, אַ דאַנק זיין ליבן נאָמען, אַ גוטער בטוח. האָבן מיר אים פריער געגלויבט אויפן „קוואַ־דראַט־וואָרצל", וועלן מיר אויך אויף ווייטער נישט אָפּטאָן אונזער חסד פון אים.

לאָמיר זיך בעסער פרייען מיט דער מעלה, וואָס דער גע־דאַנקענגאַנג אין דער „אַלגעמיינער" טעאָריע איז אַ סך אַ פּשוטערער און קלאָרערער, איידער אין דער ספּעציעלער. לאָגיש איז דאָס אַ ווייטער־שרייטן אויף דעמזעלביקן וועג מיט דעמזעל־ביקן קוראַזש, מיט דערזעלביקער אומדערשראָקנקייט פאַר אָנגענו־מענע און טיף־איינגעוואָרצלטע אמתן, און איינער פון די וויכ־טיקסטע רעזולטאַטן, וואָס ווערן דערביי אַרויסגעבראַכט, איז נישט קיין קלענערע זאַך, ווי אַ ווייטערע פאַראיינהייטלעכונג פון דער נאַטורוויסנשאַפט בכלל און אַן איבערקער אין די יסודות פון

דער אַסטראָנאָמיע, וואָס זענען אַוועקגעלייגט געוואָרן פון ניו־טאָנען.

מחמת — די הויפט־אויפגאַבע בלייבט אויך דאָ דיזעלביקע וואָס אין דער ספעציעלער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע: דאָס איז די איינהייטלעכקייט, דער מאָניזם אין דעם אויפבוי פון די נאַטורוויסנשאַפטן.

דער יסוד פון אַלע נאַטורוויסנשאַפטן זענען מעכאַניק און פיזיק, און אין זיי האָבן מיר צו טאָן מיט „מאַטעריע", „מאַסן", „קרעפטן" און „באַוועגונגען". וועגן אָט די גרונט־געזעצן פון מאַטעריע און באַוועגונג, וואָס באַהערשן יעדע פיזיקאַלישע דער־שיינונג, טראַכט אויך איינשטיינס געדאַנק. אָבער ער טראַכט וועגן זיי אויף אַ גאַנץ נייעם אופן.

שוין אין דעם באַגריף גופא פון אַ נאַטור־דערשיינונג ווערט אַריינגעטראָגן אַ נייער בליק, מיט וועלכן מיר זענען באַקאַנט געוואָרן אין איינעם פון אונזערע פריערדיקע קאַפּיט־לען.

עס גייט אויף די זון. דער זון־אויפגאַנג אַליין איז אַמאָל באַטראַכט געוואָרן פאַר אַ גאַנצע נאַטור־דערשיינונג. פון אַ געוויסן שטאַנדפונקט איז אַזאַ בליק באַרעכטיקט. פאַר אַ מאָ־דערנעם, איינשטייניש דענקנדיקן פיזיקער און אַסטראָנאָם, איז אָט דער פאַקט אַליין נאָך נישט אינגאַנצן אַ פיזיקאַלישע דער־שיינונג. ער איז נאָר אַ קליין רינגעלע אין אַ פיזיקאַלישן פּראָ־צעס, וואָס שפּילט זיך אָפּ צווישן צוויי „מאַסן", — דער ערד און דער זון, — אַ פּראָצעס, וואָס דאַרף אויסגעמאָסטן ווערן אין אַן איינהייטלעכער „רוימלעך־צייטלעכקייט".

און דער פּראָצעס באַשטייט נישט נאָר אין דעם אַרומדרייען זיך פון דער ערד אַרום דער זון אין איין יאָר. אַלע מיליאָנען יאָרן, זינט עס איז געוואָרן די ערד, וואָס דרייט זיך אַרום דער זון, מיט דעם גאַנצן וועג אירן, וועלכן זי באַשרייבט אין איר לויף, מיט די מיליאָנען יאָרן, וואָס זי וועט נאָך אַרומלויפן אויף אים. מיט די פאַרשיידענע ענדערונגען, וועלכע קומען פאָר

אין דעם וועג גופא, — ערשט דאָס אַלץ אינאיינעם איז אַ „פיזיקאַלישע דערשיינונג".

די מיליאָנען יאָרן פון דעם פּראָצעס, וואָס מיר זאָגן אויף זיי: „זיי זענען פאַרגאַנגען", און די מיליאָנען יאָרן, וואָס מיר זאָגן אויף זיי: „זיי דאַרפן נאָך קומען", — זיי אַלע, אינאיינעם מיט די מאַסן און די „קרעפטן" און די רוימלעכקייטן, וואָס שפּילן אַ ראָלע אין זיי, — זענען איין איינציקע „פיזיקאַלישע דערשיינונג", וואָס ווערט אויסגעמאָסטן אין דער לענג, אין דער ברייט, אין דער טיף און אין דער ד ו י ע ר, אַקוראַט ווי פאַר־גאַנגענהייט, קעגנוואַרט און צוקונפט וואָלטן געווען איין־איינציקע שטיק פאַרגליווערטע אייביקייט.

עס איז עפּעס ב ע ר ג ס אָ נ י ש ע ס אין דער באַהאַנדלונג פון דער צייט, ווי אַן אייביק־עקזיסטירנדיקע דויער; עפּעס ש פּ י־נ אָ ז י ס ט י ש ע ס — אין דער באַטראַכטונג פון דערשיינונגען פון דעם שטאַנדפּונקט פון „אייביקייט", „סוב ספּעציע עטערני". על־כל־פּנים איז דער גרונט־מאָטיוו פון דער גאַנצער סימפאָניע — דער מאָניזם.

און ווו עס טרעפט זיך אויף זיין וועג אַ צווייהייט, אַ דואַליזם, אַזוי רוט דאָס נישט, ביז די צווייהייט ווערט פאַרוואַנדלט אין אַן א יי נ ה יי ט. „רו" און „באַוועגונג" זענען געוואָרן איינס, „רוים" און „צייט" זענען געוואָרן איינס, „מאַסע" און „ענערגיע" געוואָרן איינס.

„מאַסע", האָבן מיר געזען אין דעם פריערדיקן קאַפּיטל, איז „אינערציאַלע" מאַסע, און איז אין איר תוך נישט קיין אַנדער זאַך ווי איינגעשפּייכלערטע, קאָנדענסירטע ענערגיע. די באַוועגונג פון יעדער מאַסע, ווען זי איז איבערגעלאָזן צו זיך אַליין, איז אַן אינערציאַלע באַוועגונג, און דעריבער איז דאָס גרונט־געזעץ פון דער גאַנצער פיזיק — דאָס געזעץ פון דער אינער־ציאַלער באַוועגונג.

אָט מיט דער „אינערציאַלער" באַוועגונג האָט צו טאָן אויך די „אַלגעמיינע" טעאָריע.

דאָס גרונט־געזעץ פון דער אינערציאַלער באַוועגונג האָט

אויסגעפונען און פאָרמולירט גאַלילעי, דער פאָטער פון דער מאָדערנער וויסנשאַפטלעכער פיזיק. ווען אַ מאַטעריעלער פונקט, האָט ער געלערנט, ווערט, אַ דאַנק אַ וועלכער עס איז קראַפט, אַרויסגעפירט פון זיין רו און הויבט זיך אָן צו באַוועגן מיט אַ געוויסער געשווינדקייט, וועט ער זיך באַוועגן אין אַ ווירע (אַ גלייכער ליניע) אַלץ פאָראויס און פאָראויס, און זיין געשווינד־קייט וועט דערביי נישט פאַרגרעסערט ווערן, נישט פאַרקלענערט ווערן.

נאַטירלעך, מוז מען זיך דערביי פאָרשטעלן, אַז אָט די אינערציאַלע באַוועגונג קומט פאָר אין אַן אַבסאָלוט־ליידיקן חלל; אַז דער מאַטעריעלער קערפּער דאַרף זיך נישט רייבן אָן דער לופט; אַז עס זענען אין זיין אומענדלעכן וועג אין ערגעץ נישטאָ קיין גרעסערע קערפּערס, וואָס זאָלן אים אַראָפּציען פון וועג און אויף אַזאַ אופן איבעררייסן די גלייכליניקייט און גלייכמאָסיקייט (קאָנסטאַנטע געשווינדקייט) פון זיין באַוועגונג. לאָמיר דאָ באַ־מערקן, אַז אַ גלייכליניקע באַוועגונג אין אַ ווירע ווערט אין דער וויסנשאַפט אָנגערופן אַ „טראַנסלאַטאָרישע״, ווייל זי טראָגט אַרי־בער דעם קערפּער פון איין אָרט אין אַן אַנדערן, נישט פאַרקירע־ווענדיק זיין ריכטונג, און אַז די גלייכמאָסיקייט פון איר גע־שווינדקייט ווערט אָנגערופן „גלייכפאָרמיקייט״.

אין דערווירקלעכקייט קאָן אַ ריין־אינערציאַלע באַוועגונג אין ערגעץ נישט פאָרקומען סיידן מען זאָל זיך פאָרשטעלן, אַז די גאַנ־צע מאַטעריעלע וועלט איז צונויפגעבונדן אין איין־איינציקער סיס־טעם, און אַז די סיסטעם געפינט זיך אין אַ צושטאַנד פון אי־נערציאַלער באַוועגונג אין אַ ווירע, וואָס ציט זיך איבער דעם אומענדלעכן אַבסאָלוט־ליידיקן וועלט־חלל... אין די גרענעצן פון דער סיסטעם גופא קאָן אָבער קיין באַוועגונג נישט זיין קיין ריין־אי־נערציאַלע, ווייל יעדער מאַטעריעלער קערפּער שטייט אונטער דער שליטה פון קרעפטן, וועלכע שטאַמען פון די אַנדערע קערפּערס,— אַ געדאַנק, וואָס איז ערשט קלאָר געוואָרן אַ דאַנק ניוטאָנען און זיין אַנטדעקונג פון דער אוניווערסאַלער אַלוועלטלעכער צו־

ציִאונגס־קראַפט (גראַוויטאַציע), וואָס איז אויסגעגאָסן איבער דער גאַנצער וועלט אוןווירקט אין איר.

נאָך אַ מאָל: אין דער ווירקלעכקייט קאָן אין די גרענעצן פון אַ מאַטעריעלער סיסטעם קיין מאָל נישט פּאָרקומען קיין גאַלי־לעאישע אינערציאַלע, ד. ה. אַ גלייכפאָרמיקע טראַנסלאַטאָרישע באַוועגונג. פונדעסטוועגן בלייבט דאָס געזעץ אַ געזעץ, און אומעטום, ווו מיר געפינען, אַז די באַוועגונג פון אַ קערפּער טרעט אָפּ אָט פון דעם אַלגעמיינעם געזעץ, דאַרפן מיר זוכן די אורזאַכן דערפון אין די קרעפטן, וואָס קומען צו דער קראַפט פון דעם אימפּעט, מיט וועלכן ער טראָגט זיך אין אַן אינערציאַלער באַוועגונג. און צוריק: ווען מיר וועלן אויסגעפינען אַלע אורזאַכן, וואָס מאַכן, אַז אַ קערפּער זאָל זיך באַוועגן אין אַזאַ אָדער אין אַן אַנדער פאָרם, מיט אַזאַ אָדער אַן אַנדער געשווינדקייט, דאַרף מען תמיד האָבן אין אויג די אינערציאַלע קראַפט, וואָס וואָלט, — אויב קיין אַנדער קראַפט וואָלט נישט געשטערט איר ווירקונג, — געמאַכט, אַז דער קערפּער זאָל זיך אייביק באַוועגן גלייכפאָרמיק (אין אַ גלייכן אימפּעט פון גע־שווינדקייט) און טראַנסלאַטאָריש (אין אַ גלייכער ליניע, ווי אַ ווירע).

אָט דאָס גרונט־געזעץ איז אויסגעפּרוווט געוואָרן אין טויזנ־טער פאַלן און איז אומעטום פּאַראַמתט געוואָרן. די גאַנצע פיזיק רוט אויף אים.

מען מוז אָבער האָבן אין אויג, אַז אין דעם ליכט פון דעם מאָדערנעם געדאַנקענגאַנג אין דער פיזיק איז די פאָרמולירונג פון אָט דעם געזעץ, נישט קוקנדיק אויף זיין איינפאַכקייט און קלאָרקייט, זייער נישט צופרידנשטעלנדיק פאַר אַ שטרענגן טעאָרע־טישן דענקען.

אָנגענומען, די גאַנצע וועלט באַשטייט פון אַן אומענדלעכן ליידיקן חלל און פון איין־איינציקן מאַטעריעלן קערפּער, וואָס באַוועגט זיך אין אים אינערציאַל, ד. ה. גלייכמאָסיק און גלייכ־ליניק. אין פלוג דוכט זיך אויס, אַז דאָס איז זייער אַ פּשוטער קלאָרער ענין. פאַר אַ שטרענג־טעאָרעטישן דענקען איז אָבער

דער ענין פול מיט שאלות. די ערשטע שאלה איז: מיט וואָס פאַר אַ רעכט באַהויפּטן מיר, אַז דער קערפּער ב אַ וו ע ג ט זיך? די באַוועגונג פון אַ קערפּער קאָן דאָך נאָר דעמאָלט פעסטגעשטעלט ווערן, ווען ס׳איז דאָ אַן אַנדער קערפּער, אַ ר ו ע נ ד י ק ע ר, אין פאַרגלייך מיט וועלכן דער ערשטער קערפּער באַוועגט זיך. אין אַן אַבסאָלוט-ליידיקן חלל, מיט א י י ן-א י י נ צ י ק ן קערפּער, א׳יז נישטאָ קיין איינציקע ר ו ע נ ד י ק ע זאַך, לגבי וועלכער דער קערפּער זאָל באַטראַכט ווערן, ווי אַ זיך-באַוועגנדיקער, סײַדן, מען זאָל פאַר אָט דער זאַך אָננעמען דעם גאַנצן רוענדיקן אַבסאָלוט-ליידיקן חלל.

אָט די טעאָרעטישע שוועריקייט האָט טאַקע דיקטירט ניוטאָנען דעם געדאַנק, אַז די וויסנשאַפט זאָל אָננעמען, ווי אַ בויטווענדיקן פאָרבאַדינג, די עקזיסטענץ פון אַן אַבסאָלוט-ליידיקן רוענדיקן וועלט-חלל, לגבי וועלכן עס קאָן פאָרקומען אַ באַוועגונג בכלל.

אָבער אָט דער רוענדיקער ליידיקער חלל איז נישט גענוג, כּדי טעאָרעטיש צו פאָרמולירן דאָס געזעץ פון אינערציע. גוט. לאָז זיין, מיר קאָנען זיך פאָרשטעלן אַ באַוועגונג אין אַ רוענדיקן ליידיקן וועלטן-רוים. אָבער ווי קאָנען מיר דערביי פעסטשטעלן, אַז אָט די באַוועגונג איז אַ ווירישע (אין אַ גלייכער ליניע)? די גלייכליניקייט, ווי די ריכטונג בכלל פון אַ באַוועגונג, קאָן דאָך פעסטגעשטעלט ווערן נאָר דעמאָלט, ווען מיר האָבן אַ פ ע ס ט - ב אַ ג ר ע נ ע צ ט ן קערפּער, מיט שאַרף-מאַרקירטע ליניעס אין דער לענג, אין דער ברייט און אין דער טיף. דעמאָלט קאָנען מיר זאָגן, אַז א י ן פ אַ ר ג ל י י ך מיט אָט דעם קערפּער באַוועגט זיך אַן אַנדער קערפּער אין דער ריכטונג פון זיין לענג, אָדער זיין ברייט, אָדער זיין טיף; אַז ער באַוועגט זיך ר ע כ ט ס פון אים אָדער ל י נ ק ס; אַ ר ו י פ צ ו פון אים, אָדער אַ ר אָ פּ צ ו; פ אָ ר נ ט פון אים, אָדער ה י נ ט ן; אָדער אין אַ ליניע, וואָס ליגט ערגעץ ווו צווישן אָט די מאַרקירטע ריכטונגען. אין אַן אַבסאָלוט-ליידיקן חלל זענען אָבער נישטאָ נישט קיין רעכטס, נישט קיין לינקס; נישט קיין אויבן, נישט

קיין אינטן; נישט קיין פאָרנט, נישט קיין הינטן. ווי קאָנען מיר דען באַשטימען די ריכטונג פון אַ באַוועגונג אין אַן אַבסאָלוט־ליידיקן וועלט־חלל? און ווי קאָן מען באַשטימען דעם טעמפּ פון געשווינדקייט, אויב ס'איז נישטאָ קיין פעסטער פונקט, וווּ אויפצושטעלן אַ צייט־מעסטער?

אָט די טעאָרעטישע אומבאַשטימטקייטן האָבן נאָך אין די זעכציקער יאָרן באַוויגן דעם דייטשישן פיזיקער, נ ו י מ אַ ן, אַ מאַן מיט אַ טיף־דענקנדיקן קריטישן קאָפּ, פאָרצושלאָגן, אַז די טעאָרעטישע פיזיק זאָל אָנשטאָט דער היפּאָטעזע פון אַ ליידיקן אומענדלעכן חלל, וואָס העלפט אונז זייער ווייניק, בעסער אָננעמען, ווי אַ געדאַנקלעכע פ י ק צ י ע, אַז ערגעץ־ווו אין דער וועלט איז דאָ אַן אַבסאָלוט־רוענדיקער קערפּער „אַלפאַ", מיט אויף אייביק פאַרגליווערטע פאָרמען. אָט דעם „אַלפאַ"־קערפּער קאָן מען זיך גאַנץ גוט פאָרשטעלן אין דער פאָרם פון אַ ג ע ש ט ע ל, אויפגעבויט פון דריי פלאַנקעס, וואָט זענען באַהעפט פּערפּענדיקולאַר איינע צו דער אַנדערער און וואָס שטעלן מיט זיך פאָר איינע — די לענג, די אַנדערע — די ברייט, די דריטע — די הויך, אָדער די טיף. די דריי פלאַנקעס וועלן פאַרטרעטן די דריי „קאַרטעזישע קאָאָרדינאַטן", דעם „איקס", „איגרעק" און „זעט", וועלכע מיר האָבן דערמאָנט אין איינעם פון די פריערדיקע קאַפּיטלען.

אָנשטאָט דריי פלאַנקעס קאָן מען זיך פאָרשטעלן אויך אַ קאַסטן, אָבער נישט מיט אַלע זיינע זעקס זייטן, נאָר מיט דריי: צוויי ווענטלעך, פאַר דער לענג און דער ברייט, און אַ דעק. די ק אַ נ ט ן, וווּ די ווענטלעך קומען זיך צונויף מיט זיך און מיט דעם דעק, קאָנען נאָך בעסער דינען פאַר די „קאַרטעזישע קאָאָרדינאַטן". אין אָט דעם קאַסטן אָדער געשטעל קאָן מען אויך אַריינטראַכטן אַ צ וּ ק וּ ק ע ר מיט אַ זייגער אין דער האַנט.

ערשט ווען מיר האָבן אין געדאַנק אַזאַ היפּאָטעטישן אַלפאַ־קערפּער, מיט אַ היפּאָטעטישן צוקוקער אין אים, — מיר קאָנען דעם אַלפאַ־קערפּער גופא מאַכן פאַר דעם היפּאָטעטישן צוקוקער, — קאָנען מיר טעאָרעטיש־פּינקטלעך פאָרמולירן דאָס.

געזעץ פון דער אינערציאַלער באַוועגונג. דעמאָלט וועט די פּאָראַמעל פון דעם געזעץ הייסן אַזוי: אַן אינערציאַלע באַוועגונג איז אַזאַ באַוועגונג, וואָס קומט פאָר גלייכפאָרמיק און טראַנסלאַטאָריש, ווען מען פאַרגלייכט איר צושטאַנד מיט דעם צושטאַנד פון דעם „אַלפאַ״־קערפער*).

אויף דעם יסוד פון דעם אינערציאַל־געזעץ האָט גאַלילעי אויך אויסגעפונען דעם „רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ״, מיט וועלכן מיר זענען שוין פריער באַקאַנט געוואָרן און וואָס האָט אויך אַ פונדאַמענטאַלע באַדייטונג פאַר דער גאַנצער וויסנשאַפטלעכער פיזיק.

לאָמיר זיך ווידער דערמאָנען אָן אים און האַלטן אים קלאָר פאַר אונזער אויג.

שטעלן מיר זיך פאָר אַ ווייטן־ווייטן פליין פון טויזנטער מייל, אויף וועלכן עס איז אויפגעבויט אַ דאַמבע מיט רעלסן איבער זיין גאַנצער לענג. אויף די רעלסן באַוועגט זיך אַ וואַגאָן פון אַ הונדערט מעטער די לענג. ער באַוועגט זיך אינערציאַל, ד. ה., גלייכפאָרמיק מיט דער געשווינדקייט פון פיר מעטער אַ סעקונדע. אין דעם וואַגאָן זיצט אַ רייזנדער.

לויט דעם רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ קומט אויס, אַז דער רייזנדער, וואָס באַוועגט זיך אינערציאַל אינאיינעם מיט דעם וואַגאָן לגבי דער דאַמבע, געפינט זיך אין רו לגבי דעם וואַגאָן. און ער זאָל זיך אויפשטעלן און אָנהויבן זיך באַוועגן

*) בערטראַנד ראָסעל, אַ באַדייטנדיקער מאָדערנער דענקער און מאַטעמאַטיקער, גלויבט, אַז מיר האָבן אַ דערקענטעניש־טעאָרעטישן רעכט אָנצונעמען, אַז אין דעם ליידיקן וועלט־חלל גופא איז דאָ אַ רעכטס און אַ לינקס, אַן אויבן און אַן אונטן, אַ פאָרנט און אַ הינטן, ווי רעאַלע רוימלעכע באַציאונגען. די פראַגע וועגן דעם דערקענטעניש־טעאָרעטישן רעכט לאָזן מיר דאָ אָן אַ זייט. ס׳איז אָבער קלאָר, אַז פּסיכאָלאָגיש קאָנען מיר זיך גישט באַנוצן מיט יענעם רעכט, סיידן מיר זאָלן אַריינטראַכטן אין רוים אַזאַ מין „אַלפאַ״־קערפער, אָדער ריכטיקער: זיך אַליין באַטראַכטן, ווי אַזאַ מין „אַלפאַ״־קערפער.

אין דעם וואַגאָן מיט דער געשווינדקייט פון צוויי מעטער אַ סע־קונדע, וועט די געשווינדקייט פון זיין באַוועגונג האָבן אַ פּאַר־שיידענע מאָס, עס ווענדט זיך אָן דעם, מיט וואָס מיר וועלן זי פאַרגלייכן. אין דעם זיך־באַוועגנדיקן וואַגאָן גופא האָט זיין באַוועגונג אַלע מאָל די מאָס פון צוויי מעטער אַ סעקונדע. אָבער לגבי דער רוענדיקער דאַמבע וועט אויסקומען אַזוי: אויב ער באַוועגט זיך אין דערזעלביקער ריכטונג, וווהין עס לויפט דער וואַגאָן, איז דער אימפּעט פון זיין באַוועגונג אַזוי גרויס, ווי פיר פּלוס צוויי, ד. ה. ז ע ק ס מעטער אַ סעקונדע, אויב אָבער ער באַוועגט זיך אין דער אַנטקעגנדיקער ריכטונג, איז זיין געשווינדקייט גלייך פיר מינוס צוויי, ד. ה., צ וו ו י י מעטער אַ סעקונדע.

דאָס געזעץ פון חבור און חסור פון געשווינדקייטן האָט נישט צוגעלאָזן קיין איין ברעקל אויסנאַם, ביז געוויסע עקספּע־רימענטן, מיט וועלכע מיר זענען באַקאַנט געוואָרן פריער, האָבן אַרויסגעבראַכט, אַז עס זענען פאָרט דאָ אויסנאַמען. אַ ל י כ ט־שטראַל, צ. ב., וויל זיך נישט בויגן אונטער דער אויבערהערשאַפט פון יענץ געזעץ. אויב אָנשטאָט דעם רייזנדן זאָל אין וואַגאָן זיך באַוועגן אַ ליכט־שטראַל, וועט ער אַלע מאָל און אונטער אַלע אומשטענדן זיך באַוועגן מיט דערזעלביקער געשווינדקייט פון דריי הונדערט טויזנט קילאָמעטער אַ סעקונדע, סיי לגבי דעם וואַגאָן, סיי לגבי דער דאַמבע, סיי אין דער ריכטונג, וווּ־הין דער וואַגאָן פאָרט, סיי אין דער אַנטקעגנדיקער ריכטונג.

איז אויסגעקומען, אַז ס'איז דאָ לפּחות איין פיזיקאַלישע דערשיינונג, וואָס וויל שפּילן די ראָלע פון אַ מ י נ ו ס, פאַר וועלכן די געוויינלעכע געזעצן זענען נישט געשריבן געוואָרן.

די גאַנצע „ספּעציעלע רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע” איינשטיינס איז געוועזן אויפגעבויט, כדי אויסצוגלייכן אָט דעם ווידערשפּרוך, כדי, אַזויצוזאָגן, דורכצופירן דעם דעמאָקראַטישן גלייכהייטס־פּרינציפּ אין דער נאַטורוויסנשאַפט.

מיר ווייסן שוין, ווי אַזוי ער האָט דאָס געמאַכט. ווי אַן אנתּזר רעוואָלוציאָנער, האָט ער נישט דעם ליכט־שטראַל אַראָפּ־

געדריקט צו דער מדרגה פון די געוויינלעכע באַוועגונגען, נאָר ער האָט זייער געמיינעם עולם אויפגעהויבן צו דער מדרגה פון דעם ליכט־שטראַל. ער האָט זיי אַלעמען גענומען מעסטן מיט אָט דער אַריסטאָקראַטישער ליכט־שטראַל־מאָס, און ממילא איז פאַרשווונדן געוואָרן דער באַזונדערער יחוס פון דעם ליכט־שטראַל.

ווי די לייענער געדענקען, האָט ער דערביי אויסגעפונען, אַז ווען צוויי סיסטעמען געפינען זיך אין אַ צושטאַנד פון רו און באַוועגונג איינע לגבי דער אַנדערער, און ווען דידאָזיקע באַוועגונג איז אַן אינערציאַלע, וואָס פאָלגט גאַלילעיס געזעץ, איז דעמאָלט קומען פאָר רעלאַטיווע ענדערונגען אין די רוימלעכע און צייטלעכע מאָסן פוןביידע סיסטעמען: די צייטלעכע מאָסן ווערן פאַרלענגערט און די רוימלעכע פאַרקירצט אויף אַ גאַנץ באַשטימטער צאָל, וואָס הענגט אָפּ פון דער געשווינדקייט פון דער באַוועגונג.

אויף אַזאַ אופן איז דורכגעפירט געוואָרן אַ גלייכהייט און איינהייטלעכקייט אין די געזעצן פון דער נאַטור און עס זענען אָפּגעשאַפט געוואָרן אַלע מיוחסים. דער ליכט־שטראַל באַוועגט זיך לויט דעמזעלביקן גאַלילעאישן רעלאַטיוויטעטס־פּרינציפּ, ווי יעדע אַנדערע באַוועגונג פון אַ וועלכן עס איז מאַטעריעלן קערפּער. און עס איז אויך אָפּגעשאַפט געוואָרן די נפקא מיניה צווישן דער באַוועגטער סיסטעם און דער רוענדיקער. עס איז פאַר דעם באַוועגונגס־געזעץ קיין נפקא מיניה נישט, צו מיר נעמען אָן, אַז דער וואַגאָן באַוועגט זיך און די דאַמבע רוט, אָדער מיר נעמען אָן, אַז דער וואַגאָן רוט און די דאַמבע באַוועגט זיך אונטער אים אין אַן אַנטקעגנדיקער ריכטונג.

אויב דער וואַגאָן באַטראַכט זיך פאַר דער רוענדיקער סיסטעם, וועלן די צייטלעכקייטן און די רוימלעכקייטן פון דער ד אַ מ ב ע פאַרגרעסערט און פאַרקלענערט ווערן, אַ דאַנק איר רעלאַטיווער באַוועגונג לגבי אים. אויב די דאַמבע באַטראַכט זיך פאַר דער רוענדיקער סיסטעם, וועלן דעם וו אַ ג אָ נ ס רוימלעכקייטן און צייטלעכקייטן זיך פאַרענדערן לגבי אירע.

ביידע סיסטעמען זענען געוואָרן גלייכע מיוחסים, וואָס ווערן באַהערשט דורך איין-און-דעמזעלביקן פיזיקאַלישן באַוועגונגס-געזעץ. והכל שריר וקים.

איז דאָך גוט. איז — וואָס וויל איינשטיין ווייטער?

ס'איז טאַקע גוט, אָבער נישט אינגאַנצן. די גאַנצע „ספּעציעלע" רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע האָט איין חסרון. זי קאָן נאָר אָנגעווענדט ווערן אין יענעם ספּעציעלן פאַל, ווען די סיסטעמען זענען גאַלילעאישע, ד. ה., ווען די באַוועגונג, וואָס הערשט צווישן זיי, איז אַ ריין-אינערציאַלע, אָדער ווי אַ ריין-אינערציאַלע: „אַ גלייכפאָרמיקע און טראַנסלאַטאָרישע", ווי די באַוועגונג פון דעם וואַגאָן אויף אונזער דאַמבע, וואָס קומט פאָר אין איין-און-דערזעלביקער ווירישער ריכטונג און מיט איין-און-דערזעלביקער געשווינדקייט.

ווי איז אָבער די מעשה מיט די באַוועגונגען, וואָס זענען נישט גלייכפאָרמיק און נישט טראַנסלאַטאָריש?

און דאָס זענען דאָך, ווי מיר האָבן אויבן געזען, אַלע באַוועגונגען אין דער ווירקלעכער נאַטור. עס איז נישטאָ קיין איין-איינציקע באַוועגונג, וואָס זאָל זיך טראָגן אינערציאַל, אין דעם גאַלילעאישן זין פון דעם וואָרט, און זאָל נישט פאַרענדערט ווערן אונטער דער שליטה פון אַ וועלכער עס איז אורזאַך, וואָס ווירקט אויף איר, וואָס בייט איבער איר געשווינדקייט און אָפטמאָל אויך איר ריכטונג.

אָנשטאָט אַ גלייכפאָרמיקע באַוועגונג האָבן מיר דעמאָלט אַ פאַרשנעלערטע, און אונטער דעם אויסדרוק „פאַרשנעלערטע" באַוועגונג פאַרשטייען מיר אויך אַ „פאַרלאַנגזאַמטע", ווייל לויט דעם רעלאַטיוויסטישן שטאַנדפּונקט קאָנען „פאַרשנעלערונג" און „פאַרלאַנגזאַמונג" זיך בייטן מיט זייערע ערטער. ווען צוויי קערפּערס, „אלף" און „בית", באַוועגן זיך זיך ביידע מיט דער גלייכער געשווינדקייט, און מיר זאָגן, אַז די באַוועגונג פון „אלף" האָט זיך „פאַרלאַנגזאַמט", קאָן דאָס זיין, אַז אָדער „אלף" האָט זיך פאַרלאַנגזאַמט, אָדער די באַוועגונג פון „בית" האָט זיך פאַרשנעלערט.

און אָנשטאָט א טראַנסלאַטאָרישע באַוועגונג (אין אַ גלייכער ליניע) האָבן מיר אין דער נאַטור תמיד פאַלן, ווו די באַוועגונג פאַרקירעוועט זיך פון איר וועג און קאָן גאָר אָנהויבן זיך דרייען אין אַ קרייז; אין אָט דעם פאַל האָבן מיר ווידער פאַר אונז אַ פאַרשנעלערטע באַוועגונג, ווייל עס ווערט מאַטעמאַטיש באַוויזן, אַז אויב אַ קערפּער, וואָס באַוועגט זיך מיט אַ געוויסער געשווינדקייט אין אַ גלייכער ליניע, פאַרקירעוועט זיך אָן אַ זייט אָדער הויבט זיך אָן צו דרייען אין אַ קרייז מיט דערזעלביקער געשווינדקייט, מוז מען פיזיקאַליש באַטראַכטן זיין באַוועגונג פאַר אַ פאַרשנעלערטע.

אויף אַזאַ אופן קאָנען אַלע מעגלעכע באַוועגונגען אין דער נאַטור איינגעטיילט ווערן, לויט זייער פאָרם, אין צוויי אַרטן: אין גלייכפאָרמיקע טראַנסלאַטאָרישע פון איין זייט, און פאַרשנעלערטע פון דער אַנדערער זייט, און צו דער צווייטער אַרט דאַרף מען צורעכענען אויך אַלע קרייז־באַוועגונגען.

דער חסרון פון דער „ספּעציעלער" רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע באַשטייט, זאָגן מיר, אין דעם, וואָס זי איז פאַרטיק געוואָרן נאָר מיט דער ערשטער אַרט באַוועגונג, מיט דער אינערציאַלאַרטיקער. נאָר דאָרטן איז אָפּגעשאַפט געוואָרן די נפקא מיניה צווישן אַ סיסטעם אין רו און אַ סיסטעם אין באַוועגונג. און עס רוקט זיך אַרויס די פראַגע: קאָן דאָס אויך געמאַכט ווערן בנוגע די פאַרשנעלערטע באַוועגונגען?

די אומצאָליקע עמפּירישע דערשיינונגען פון דער ווירקלעכקייט באַווייזן — אויף דעם ערשטן בליק, — אַז דאָס איז אוממעגלעך, די פאַרשנעלערטע באַוועגונגען לאָזן זיך נישט פאַררעלאַטיווירן.

נעמען מיר דעם פריערדיקן ביישפּיל מיט דעם וואַגאָן אויף דער דאַמבע און דעם רייזנדן אין דעם וואַגאָן.

כל זמן דער וואַגאָן טראָגט זיך מיט איין און דערזעלביקער געשווינדקייט, געפינט זיך דער רייזנדער אין רו לגבי דעם וואַגאָן. אים דוכט זיך אויף אָפּטמאָל, אַז ער און זיין וואַגאָן רוען, און אַז דער פליין, אויף וועלכן ער פאָרט, לויפט

אים אַנטקעגן, פאַרשווינדט אונטער אים. ער האָט דאָס פולע פיזי־קאַלישע רעכט צו קוקן אויף דער באַוועגונג פון זיין וואַגאָן, ווי נאָר אויף אַ רעלאַטיווער באַוועגונג, ווייל אַלע פיזיקאַלישע דערשיינונגען וועלן פאָרקומען אין אים פונקט אויף דעמזעלביקן אופן, ווי ווען דער וואַגאָן וואָלט געווען אין רו: לאָזט ער, צ. ב., פאַלן אַ שטיינדל צו דער ערד, וועט עס פאַלן אין אַ ווירע, פונקט ווי דאָס וואָלט געשען, ווען דער וואַגאָן וואָלט באמת גערוט.

אָבער אָט האָט פלוצלונג אָנגעהויבן צו אַרבעטן די ברעמזע פון דעם וואַגאָן. די רעדער זענען פלוצלונג פאַרהאַמעוועט גע־וואָרן און דער רייזנדער שפירט ווי ביי דער פאַרברעמזונג טוט אים אַ שליידער פאָראויס.

אין אַזאַ פאַל קאָן ער שוין נישט זאָגן: איך און דער וואַגאָן האָבן זיך געפונען אין רו, און באַוועגן האָבן זיך געטאָן נאָר די דאַמבע מיט דעם פליין. עס שפרינגט אים דער פאַקט אין די אויגן, אַז ע ר באַוועגט זיך, און אַז ער טוט דאָס מיט אַ גרעסערער געשווינדקייט איידער דער וואַגאָן. הייסט עס, אַז זיין פ אַ ר ש נ ע ל ע ר ט ע באַוועגונג איז נישט קיין ר ע ל אַ־ט י װ ע, נאָר אַן אַ ב ס אָ ל ו ט ע. אין וועלכער עס קאָן קיין ברעקל ספק נישט זיין.

וואַקסט דאָ פאַר אונז אויס אַ נייער ד ו אַ ל י ז ם: אַ טאָפּלטקייט אין דעם נאַטור־געזעץ. אין די „גאַלילעאישע" סיסטע־מען, ד. ה., אין אַזעלכע, וווּ עס קומט פאָר אַ גלייכמעסיק־טראַנסלאַטאָרישע באַוועגונג, שפּילן זיך אַלע דערשיינונגען אָפּ אַקוראַט אַזוי ווי די סיסטעם וואָלט געווען אין רו, און מען קאָן פיזיקאַליש קיינמאָל נישט אויסגעפינען, וועלכע סיסטעם איז אין רו און וועלכע איז אין באַוועגונג. ביי דער פאַרשנעלער־טער באַוועגונג אָבער זענען אירע פיזיקאַלישע געזעצן אַזוי באַ־שאַפן, אַז מען קאָן אַלע ווײַלע בחוש אָנווייזן, וועלכע סיסטעם עס באַוועגט זיך און וועלכע רוט לגבי אים.

פון וואַנען נעמט זיך אַזאַ פרינציפיעלער חלוק? פאַרוואָס זאָלן די באַוועגונגס־געזעצן זיין אַזוי פאַרשיידן באַשאַפן?

איינשטיין אילוסטרירט די שאלה מיט אַזאַ ביישפּיל.

שטעלט אייך פאָר, אַ מענטש זעט צום ערשטן מאָל אַ גאַז-אייוועלע מיט צווי ברענערס. אויףביידע ברענערס שטייען פענדלעך, אָנגעפילט ביז העלפט מיט וואַסער. פון איין פענדל שלאָגט אַ דאַמף; פון דעם אַנדערן נישט. מוז ער זיך וווּנדערן און זוכן די אורזאַך פאַר אָט דעם חלוק. ערשט ווען ער באַמערקט, אַז אונטער איין פענדל ברענט אַ בלוילעכער פייערל בעת אונטער דעם אַנדערן איז אַזאַ פייערל נישט פאַראַן, ווערט אים דער ענין קלאָר.

וואָס פאַר אַ פייער איז דאָס אונטער דער פאַרשנעלערטער באַוועגונג, וואָס דאַמפט פון איר אויס דעם רעלאַטיוויזם?

אין דער הערשנדיקער וויסנשאַפט האָט איינשטיין קיין ענט-פער אויף דער שאלה נישט געפונען. עס איז נישטאָ אַבסאָלוט קיין ברעקל טעם, פאַרוואָס אַ פאַרשנעלערטע באַוועגונג זאָל דורכברעכן יענע געזעצן, וועלכע הערשן אין אַ גלייכפאָרמיק-טראַנסלאַטאָרישער באַוועגונג. בלייבט פאַר איינשטיינען קיין אַנדער וועג נישט: ער מוז פרווון גובר זיין אויך אָט דעם דו-אַליזם, אָפּשאַפן אויך אָט דעם „יחוס" פון דער פאַרשנעלערטער באַוועגונג און צווינגען אויך די פאַרשנעלערטע באַוועגונג, זי זאָל זיך אויפפירן פונקט אַזוי לייטיש, ווי די אַנדער אַרט.

נעמט זיך איינשטיין פאַר די פאַרשנעלערטע באַוועגונגען. און אין דעם לויף פון זיינע אונטערזוכונגען וואַקסט אויס אַ גאַנץ נייע טעאָריע וועגן... דער אַלוועלטלעכער גראַוויטאַציע!

יעדע פאַרשנעלערונג פון אַ באַוועגונג קומט פאַר אונטער דער ווירקונג פון אַ וועלכער עס איז „קראַפט". ווי אַ ביישפּיל, לאָמיר נעמען די מאַגנעטישע קראַפט.

ווען אַן אייזערן קייקל וואָלט זיך געטראָגן אין דעם ליידיקן חלל אין אַן אינערציאַלער באַוועגונג (רעלאַטיוו צו אונ-זער אַלפאַ-קערפּער) וואָלט זיין געשווינדקייט תמיד געבליבן איין-און-דיזעלביקע. אין יעדער סעקונדע צייט וואָלט עס דורכגעלאָפן דעמזעלביקן סכום מעטערס. אָבער לאָמיר זיך פאָרשטעלן, אַז אויף זיין באַוועגונגס-ליניע האָט זיך פלוצלונג באַוויזן אַ מ אַ ג-נ ע ט, וואָס ציט-צו אייזן צו זיך. אונטער דער ווירקונג פון אָט

דעם מאַגנעט ווערט דאָס אייזערנע קייקל זיך אָנהויבן באַוועגן אַ סך שנעלער, איידער פריער. און אַט די שנעלקייט וועט אָנוואַקסן אין אַן אַלץ גרעסערער מאָס, וואָס נענטער עס וועט צוקומען צו דעם מאַגנעט.

איידער מיר וועלן פרעגן, צי מען קאָן זיך דערבײַ פאָרשטעלן, אַז נישט דאָס קייקל לויפט צו דעם מאַגנעט, נאָר דער מאַגנעט לויפט צו דעם קייקל, מוזן מיר פריער געווינען אַ קלאָרערן באַגריף וועגן דעם ענין פון מאַגנעטישער צוציאונג בכלל.

צווישן דעם קייקל און דעם מאַגנעט ליגט אַ געוויסער מהלך רוים, וואָס ווערט אַלץ קלענער און קלענער ביז זיי ביידע באַהעפטן זיך אינאיינעם. די צוציאונגס-קראַפט פון דעם מאַגנעט האָט זיך אָבער גענומען שפּירן אַ סך פריער, איידער דאָס קייקל איז צוגעלאָפן צו אים.

ווי אַזוי האָט די מאַגנעטישע קראַפט געווירקט אויף דעם אייזן? אין דער ערשטער צייט האָט מען געגלויבט, אַז דער מ אַ ג נ ע ט ווירקט אויף דעם אייזן פ ו נ ד ע ר ו ו י י ט נ ס: ד. ה., אַז אין דעם רוים, וואָס ליגט צווישן דעם מאַגנעט און דעם אייזן, קומען דערבײַ נישט פאָר קיין שום פיזישע ענדערונגען. די מאַגנעטישע אייגנשאַפטן ליגן נ אָ ר א י ן ד ע ם מ אַ ג נ ע ט ג ו פ א, אָבער נישט אין דעם רוים, וואָס רינגלט אים אַרום. בײַ אַזאַ בליק אויף דער זאַך איז די צוציאונגס-קראַפט פון דעם מאַגנעט געווען כמעט ווי אַן אומדערקלערלעכער וווּנדער. דאָס אייזערנע קייקל געפינט זיך נאָך פאַר אַ מהלך פון אים. עס זעט אים נישט און הערט אים נישט. אין זיין אייגענעם אַרום האָט זיך גאָרנישט נישט איבערגעביטן. עס איז דערזעלביקער רוים מיט דיזעלביקע אייגנשאַפטן, ווי דער, דורך וועלכן עס האָט זיך פריער געטראָגן. און פּלוצלונג ווערט אין דעם קייקל דערוועקט אַ חשק צו לויפן שנעלער. מחמת וואָס? מחמת אין אַ מהלך פון אים געפינט זיך אַן אַנדער קערפּער, וואָס באַזיצט פאַר אים אַ געוויסן מאַגנעטישן חן. אָבער דער אייזן

איז דאָך נאָך נישט צוגעקומען צו אים, פון וואַנען ווייסט עס וועגן דעמדאָזיקן חן?

די שפּעטערדיקע פאָרשונגען און ספּעציעל פאַראַדעיס עקספּערימענטן האָבן באַוויזן, אַז אָט דער גאַנצער בליק איז אַ פאַלשער. דער מאַגנעט ווירקט נישט פון דערווייטנס אומדירעקט אויף דעם אייזן. ער ווירקט נאָר אויף זיין אַרום. דער רוים, וואָס אַרום אים (מען האָט פריער געגלויבט: דער וועלטעטער, וואָס אַרום אים) באַקומט, אַ דאַנק אים, גאַנץ אַנדערע פיזיקאַלישע אייגנשאַפטן. און אָט די אייגנשאַפטן פלאַנצן זיך אַלץ ווייטער און ווייטער, אין אַן אַלץ שוואַכער-ווערנדיקן גראַד. ווי די וואַלן אין אַ שטיל-שטייענדיקן וואַסער, וואָס פאַרשפּרייטן זיך אין אַלע זייטן פון אַן אַריינגעוואָרפענעם שטיינדל. אַ געוויסער שטח פון דעם רוים ווערט אויף אַזאַ אופן באַדעקט מיט מאַגנעטישע וואַלן, און אָט דער שטח ווערט אָנגערופן אַ מאַגנעטיש קראַפט-פעלד.

מיר ווייסן נישט אויף קלאָר, וועלכע ענדערונגען עס קומען דערביי פאָר אין דעם רוים, וואָס אַרום דעם מאַגנעט. דאָס ווייסן מיר נאָר, אַז זיי ווירקן אויף דעם אייזן נאָר דעמאָלט, ווען ער פאַלט אַריין אין זייער שליטה, הויבט זיך אָן צו באַוועגן אַלץ שנעלער און שנעלער, — פּונקט ווי ער וואָלט פון די וואַלן אַלץ טיפער און טיפער אַריינגעשלעפּט געוואָרן, ביז ער באַהעפט זיך מיט דעם צענטער, מיט דעם מאַגנעט.

אַזוי דערקלערט זיך די פאַרשנעלערנדיקע ווירקונג פון דער מאַגנעטישער קראַפט און מען דאַרף דערביי נישט אָנקומען צו אַ היפּאָטעטישער „ווירקונג פון דערווייטנס".

אויף וויפל מיר איז באַקאַנט, האָט איינשטיין נישט געפּרוווט אויסאַרבעטן זיין „אַלגעמיינע רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע" מיט דעם מאַטעריאַל, וואָס שטאַמט פון די מאַגנעטישע דערשיינונגען. צוליב זיין צוועק האָט ער אויסגעקליבן אַן אַנדער קראַפט, ווי אַ קוואַל, פון וועלכן עס שטאַמט די פאַרשנעלערונג פון באַוועגונגען: די אַלגעמיינע שווער-קראַפט.

און עס איז גרינג צו פאַרשטיין, פאַרוואָס ער האָט דאָס געטאָן. אַלע אַנדערע פיזיקאַלישע קרעפטן, — דרוק־און שטויס־קראַפט, מעכאַנישע ציִ־קראַפט, כעמישע אַפּיניטעט, מאַגנעטיזם, וואַרעמ־קייט, עלעקטריציטעט, — ווירקן נישט אומעטום, נישט צו אַלע צייטן און נישט אויף אַלע קערפּערס אין אַ גלייכן גראַד. דער מאַגנע־טיזם, צ. ב., ווירקט נאָר אויף אַ קליינער צאָל מאַטעריעלע קערפּערס. די מיינסטע זענען דורכאויס גלייכגילטיק צו דער מאַגי־נעטישער קראַפט.

די שווער־קראַפט אָבער איז אַן **אַלגעמיינע וועלט־קראַפט**. און זי ווירקט אויף **אַלע** אַרטן פון קערפּערלעכע מאַסן, — אויף אייזן אַזוי גוט ווי אויף האָלץ, אָדער אויף לופט. מיר האָבן שוין געזען: עס איז געווען אַ צייט, ווען מען האָט געגלויבט, אַז יעדע מאַסע מוז האָבן שווערקייט אין זיך. מיר ווייסן איצטער, אַז דאָס איז נישט אַזוי. אָבער מיר ווייסן אויך, אַז אין **אַלע** מאַסן ווערט דערוועקט די צוציִאונגס־קראַפט פון שווערקייט, ווען זיי געפינען זיך אויף אַ געוויסן מהלך איינע פון די אַנדערע. ניוטאָן האָט אויך אויסגעפונען, אַז דאָס געזעץ פון דער גראַוויטאַציע־קראַפט איז איין־און־דאָסזעלביקע פאַר אַלע קערפּערס: זיי אַלע ציִען זיך קעגנזייטיק דירעקט פּראָ־פּאָרציאָנעל צו זייערע מאַסן און אומגעקערט פּראָפּאָרציאָנעל צו דעם קוואַדראַט פון דעם מהלך, וואָס צווישן זיי. פון דער גראַ־וויטאַציע־קראַפט שטאַמען אויך, לויט ניוטאָנען, די קרייז־באַוועגונגען פון די הימל־קערפּערס, וואָס דאַרפן פיזיקאַליש באַטראַכט ווערן, ווי געוויסע אַרטן פון פאַרשנעלערטע באַוועגונגען.

וויל מען דעריבער שטודירן די געזעצן פון פאַרשנעלערטע באַוועגונגען בכלל, אין זייער אונטערשייד פון ריין־אינערציאַלע באַוועגונגען, דאַרף מען אין ערשטער ליניע זיך אָפּשטעלן אויף יענער אַלגעמיין־וועלטלעכער קראַפט, וואָס רופט אַרויס די גרעס־טע צאָל פאַרשנעלערטע באַוועגונגען אין דער וועלט און קאָן זיי אַרויסרופן אומעטום, ביי אַלע קערפּערס, צו אַלע צייטן, לויט איין־איינציק געזעץ.

מיר האָבן אָבער צוגעצויגן די אויפמערקזאַמקייט פון דעם

לייענער אויף דער פּאַרשנעלערנדיקער ווירקונג פון דער מאַגנעטישער קראַפט, ווייל דער שטודיום פון דעם מאַגנעטיזם האָט באַוויזן איינשטיינען גלייך פון אָנהויב אָן אַוועקצושטעלן זיך אויף אַן אייגנטימלעכן שטאַנדפּונקט בנוגע דער גראַוויטאַציע־קראַפט.

ביז אין גאָר דער לעצטער צייט האָט מען אויף דער שווערקראַפט געקוקט, ווי אויף אַ ווירקונג פון דערווייטנס. עס איז ערגעץ־ווו דאָ אַ שטיינדל אויף דער ערד, און אין מיליאָנען מיילן פון אים איז דאָ אַ גרויסער־גרויסער שטערן „סיריוס״. זעען זיי נישט גלייכגילטיק איינער צו דעם אַנדערן. דער סיריוס חלשט באַהעפט צו ווערן מיט דעם שטיינדל, און דאָס שטיינדל גייט אויס אין תשוקה נאָך דעם ווייטן שטערן. ליידער אָבער ווילן זיי נישט אָפּלאָזן די ערד, זי טענהט, אַז זי דאַרף זיין בילכער פאַר אים, ווייל זי איז נעענטער. בלייבט עס מיט איר און פליט נישט אַרויף צו דעם חשובערן, אָבער ווייטערן קרוב.

מעטערלינק האָט אַ מאָל אין אַ וווּנדערבאַר־שיינער סקיצע באַשריבן, ווי אַזוי אַ קייקל פון דער רולעטקע קלייבט אויס זיין וועג אויף דעם שפּיל־טיש, תמיד אויסרעכענענדיק, עס זאָל זיין וואָס נעענטער צו דער גרעסטער מאַסע; ווי אַזוי דער אויפגאַנג פון דער זון באַשטימט אים, עס זאָל זיך אַ ביסעלע אַ קער טאָן אין אַ זייט פון איר׳ט וועגן. מעטערלינק האָט דאָ נאָר געשילדערט אין אַ פּסיכאָלאָגישער שפּראַך דאָס, וואָס די פיזיקער האָבן זיך פאָרגעשטעלט, ווי אַ ריין־מעכאַנישן פּראָצעס. שטיינדל און סיריוס, קייקל און זון שטייען אין אַ דירעקטער גראַוויטאַציע־שייכות איינס צום אַנדערן.

אָבער ערנסטע טעאָרעטיקער האָבן שוין פון לאַנג אָן זיך געפילט אומבאַקוועם אין די ראַמען פון אַזאַ פאָרשטעלונג. שוין דער אויבן־דערמאָנטער טעאָרעטיקער, נוימאַן, האָט מיט זיין העלן בליק אײַנגעזען איר חידושדיקייט.

שטעלט זיך פאָר, זאָגט ער, אַז אַ רייזנדער דערגרייכט דעם נאָרד־פּאָל און ווערט דאָרטן געוואָר פון אַזאַ מין בילד: אויף אַ גרויסן פרייען ים שטייען אויף אַ מהלך איינער פון

דעם אַנדערן אַ גרויסער אייז-באַרג און אַ קליינער. פּלוצלונג דערהערט זיך אַ שטים פון דעם גרויסן אייז-באַרג: „רוק זיך-צו צו מיר אויף אַזוי און אַזוי פיל פוס!" און דער קליינער אייז-באַרג פאָלגט וואָס מען הייסט אים. „נאָך!" — רופט ווידער דער גרעסערער, און דער קלענערער פאָלגט מיט דער גרעסטער פּינקטלעכקייט. „נאָך און נאָך" — און אַזוי רוקט זיך דער קלע-נערער אַלץ נענטער צום דעם גרעסערן, ביז ער שטויסט זיך אָן אים אָן.

נאָר אויף אַזאַ אומנאַטירלעכן אופן קאָן מען זיך דער-קלערן ניוטאָנס סברה, ווי אַזוי די גראַוויטאַציע-קראַפט ווירקט פון דערווייטנס צווישן די פאַרשיידענע קערפּערס.

איינשטיין זאָגט זיך דעריבער לחלוטין אָפּ פון יענער סברה. די קערפּערס ווירקן נישט דירעקט איינער אויף דעם אַנדערן אין זייערע גראַוויטאַציע-שייכותן. מיר האָבן דאָ צו טאָן מיט אַ פּראָצעס, וואָס איז זייער ענלעך צו דעם פּראָצעס פון מאַגנעטישער ווירקונג. יעדער קערפּער דאַרף באַטראַכט ווערן ווי אַ מין שווערקייטס-מאַגנעט. פון יעדן פון אים גייען אַרויס גראַוויטאַציע-ווירקונגען, וואָס פאַרשפּרייטן זיך ווי וואַלן אַרום-און-אַרום-אים אין דעם רוים. יענע וואַלן באַדעקן אַ געוויסן שטח רוים און באַשאַפן אין אים אויף אַזאַ אופן אַ גראַוויטאַציע-פעלד, פּונקט ווי די מאַגנעטישע וואַלן פאַרוואַנדלען אים אין אַ מאַגנעטישן קראַפט-פעלד. די אייגנ-שאַפטן פון דעם מיט גראַוויטאַציע-וואַלן באַדעקטן רוים ווערן דערביי אַזוי פאַרענדערט, אַז ווען אַן אַנדער קערפּער גרייכט אין אים אַריין, ווערט ער געטריבן אַלץ טיפער און טיפער צו דעם צענטער-צו. די פראַגע, צי רופט נישט אַרויס אַ שטיינדל אַזאַ ברייטע גראַוויטאַציע-פעלד, וואָס דערגרייכט ביז צום סי-ריוס, און פאַרקערט, צי באַרירט נישט דעם סיריוסעס שווער-פעלד דאָס שטיינדל אויף דער ערד, — די פראַגע ווערט לכתחילה אָפּגעשטופּט אָן אַ זייט; און לסוף ווערט, ווי מיר וועלן דאָס זען, די גאַנצע ניוטאָנשע קאָנצעפּציע פון „דעם מהלך אין קוואַדראַט" אינגאַנצן אַרויסגעוואָרפן פון דער טעאָריע.

דער איינציקער באַגאַזש, וועלכן איינשטיין נעמט מיט זיך אויף זיין פאָרשונגס-רייזע, באַשטייט נאָר אין דעם אָננעם: קערפּערס באַשאַפן אַרום זיך גראַוויטאַציע-פעלדער און ווען אַנדערע קערפּערס גרייכן אָהין אַריין, ווערן זייערע באַוועגונגען פאַרשנעלערט, די אינערציאַלע באַוועגונג הערט אויף צו זיין אַ גלייכפאָרמיקע. אָפטמאָל הערט זי אויף צו זיין אַ טראַנסלאַטאָרישענאָר ווערט אַ געקרימטע, ווי דער וועג-אויסבויג פון אַן אַרויסגעשאָסענער קויל, וואָס ווערט פאַרקרימט אין אַ פּאַראַבאָל אונטער דער ווירקונג פון דעם גראַוויטאַציע-פעלד אַרום דער ערד.

פרעגט זיך איצטער די שאלה: קאָנען די געזעצן פון רעלאַטיוויטעט אָנגעווענדט ווערן אויך אויף פאַרשנעלערטע באַוועגונגען אונטער דער ווירקונג פון אַ גראַוויטאַציע-פעלד?

דער ענטפער אויף דער פראַגע הענגט באַשיינפערלעך אָפּ פון דעם ענטפער אויף אַן אַנדער פראַגע: איז די דערשיינונג פון אַ גראַוויטאַציע-פעלד אַן אַבסאָלוטע זאַך אָדער אַ רעלאַטיווע?

מיט אַנדערע ווערטער הייסט עס: האָבן די פאַרשנעלערטע באַוועגונגען אין אַ גראַוויטאַציע-פעלד אַלע מאָל אַזעלכע סימנים, וואָס שיידן זיי אָפּ פון אינערציאַלע באַוועגונגען אַזוי, אַז אינערציאַלע באַוועגונגען און פאַרשנעלערטע באַוועגונגען קאָנען זיך קיינמאָל נישט בייטן מיט זייערע ערטער אין דעמזעלביקן זין, ווי רו און באַוועגונג קאָנען זיך בייטן מיט זייערע ערטער אין אַ גאַלילעאישער סיסטעם?

אָדער זענען אפשר די נאַטור-געזעצן אַזוי באַשאַפן, אַז אויך דאָ קאָן געמאָלט זיין, אַלץ זאָל אָפּהענגען פון דעם רעלאַטיוון שטאַנדפונקט; ד. ה., אַז איין און דיזעלביקע באַוועגונג זאָל פון איין שטאַנדפונקט אויסזען ווי אַ ריין-אינערציאַלע און פון דעם אַנדערן שטאַנדפונקט מוזן באַטראַכט ווערן ווי אַ פאַרשנעלערטע אונטער דער ווירקונג פון אַ שווער-פעלד?

אַלע מעכאַנישע און פיזיקאַלישע דערשיינונגען פון דער

נאַטור ווערן צוריקגעפירט צו ב אַ ו ו ע ג ו נ ג ע ן. שטודירן פי־
זיק הייסט שטודירן די געזעצן, וואָס הערשן אין אַלערליי אַרטן
פון באַוועגטע קערפּערס.

די פאַרשיידענע אַרטן באַוועגונגען האָט די פיזיק שוין
פון לאַנג אָן איינגעטיילט אין צוויי הויפּט־אַרטן: גלייכפאָרמיק־
גלייכליניקע און פאַרשנעלערטע אומגלייכפאָרמיקע.

די ערשטע אַרט נעמט אַרום אַזעלכע באַוועגונגען, וואָס
טראָגן דעם קערפּער מיט איין־און־דעמזעלביקן אימפּעט, אין איין
און דערזעלביקער ריכטונג. גאַלילעי האָט אויסגעפונען און גע־
לערנט, אַז ווען מען וואָלט אין אַן אַבסאָלוט ליידיקן וועלט־חלל
אָ שטויס געטאָן אַ וועלכן עס איז קערפּער פון מזרח קיין
מערב מיט דער קראַפט פון אַ מעטער אין אַ סעקונדע, וואָלט
דער קערפּער אין אַלע אייביקייטן געפלויגן אין אַ גלייכער ווירע
פון מזרח קיין מערב מיט דערזעלביקער שנעלקייט. אין יעדער
סעקונדע וואָלט ער דורכגעשוועבט נישט מער און נישט ווייניקער
ווי אַ מעטער.

די „א י נ ע ר צ י ע", די טבע פון יעדן קערפּער נישט צו
ענדערן דעם צושטאַנד, אין וועלכן ער געפינט זיך, וואָלט אים
אַזוי געטראָגן אין דער אומענדלעכקייט פון רוים און צייט.
אַזעלכע באַוועגונגען קאָנען מיר דעריבער אָנרופן „אינערציאַלע"
באַוועגונגען. מיר וועלן זיי אויך אָנרופן: „גאַלילעאישע".

די צווייטע אַרט נעמט אַרום אַזעלכע באַוועגונגען, אין
וועלכע די אינערציאַלע טבע פון דעם קערפּער ווערט פאַרענ־
דערט. דער אימפּעט פון זיין באַוועגונג ווערט אָדער פאַרגרע־
סערט אָדער פאַרקלענערט, און אָפט בייט ער אויך איבער זיין
ריכטונג. דער איבערבייט סיי אין דעם אימפּעט, סיי אין דער
ריכטונג הערט אַרויסגערופן דורך אַ וועלכער עס איז ק ר אַ פ ט,
וואָס ווירקט אויף דעם קערפּער, וואָס ציט אים פאָראויס, אָדער
שטויסט אים צוריק, אָדער שלעפט אים אַראָפּ פון זיין גלייכן וועג.

ווען מיר שיסן אַרויס אַ קויל פון אַ האַרמאַט מיט דער
קראַפט פון עטלעכע הונדערט מעטער אין אַ סעקונדע, באַקומט
די קויל דעם אינערציאַלן אימפּעט, וואָס וואָלט זי תמיד געטראָגן

אין דערזעלביקער ריכטונג מיט דערזעלביקער געשווינדקייט. אַזוי אָבער ווי דאָס קומט פאָר נישט אין אַ ליידיקן וועלט-חלל, נאָר אויף דער ערד, און היות ווי די ערד האָט די טבע צוצוציען צו זיך די קויל, שטערט די צוציאונגס-קראַפט אין יעדן מאָמענט איר פלי. די געשווינדקייט ווערט פאַרענדערט און אויך די ליניע פון איר לויף ווערט אַלץ מער און מער אויסגעבויגן צו דער ערד צו, ביז זי פאַלט אינגאַנצן אַראָפּ.

בנוגע דער ערשטער אַרט באַוועגונגען, — די אינערציאַלע, גלייכפאָרמיקע (אָנשטאָט „גלייכפאָרמיק" וועלן מיר געברויכן דעם אויסדרוק „ג ל י י כ מ אָ ס י ק") און גלייכליניקע, — האָט פראָפעסאָר איינשטיין באַוויזן, אַז אין זיי הערשט אָן אַן אויסנאַם דאָס געזעץ פון רעלאַטיוויטעט: ווען צוויי סיסטעמען געפינען זיך איינע אין רו, די אַנדערע אין אַ „גאַלילעאישער" באַוועגונג, ד. ה. אין אַ גלייכמאָסיקער און אַ גלייכליניקער, שפילן זיך אָפּ די נאַטור-דערשיינונגען איןביידע סיסטעמען אַזוי, פונקט ווי עס וואָלט קיין ברעקל נפקא מיניה נישט געווען, וועלכע סיסטעם איז אין רו און וועלכע איז אין באַוועגונג.

ווען אַן אייזנבאַן-דאַמבע ציט זיך אין א ווירע פון מזרח קיין מערב, נישט אָפּבויגנדיק זיך ערגעץ נישט קיין צפון, נישט קיין דרום, און אַ וואַגאָן פאָרט אויף דער דאַמבע אין אַ „גאַלילעאישער" באַוועגונג, אין דער ריכטונג פון מזרח קיין מערב, קאָן מען אַלע נאַטור-דערשיינונגען אין דעם וואַגאָן אויסטייטשן אַזוי, אַז נישט דער וואַגאָן באַוועגט זיך פון מזרח קיין מערב און די דאַמבע רוט, נאָר די דאַמבע באַוועגט זיך אַנטקעגנדיק פון מערב קיין מזרח און דער וואַגאָן רוט. דער רייזנדער, וואָס זיצט אין וואַגאָן, פ י ל ט, אַז ער געפינט זיך אין רו; אַ שטיינדל, וואָס וואָלט געפאַלן פון סופיט אויפן דיל, וואָלט געפאַלן אין אַ ווירע, פונקט ווי דער וואַגאָן וואָלט גערוט, און דעם רייזנדן דוכט זיך אויך אָפטמאָל, אַז די געגנט, אין וועלכער ער פאָרט, טראָגט זיך אַ נ ט ק ע ג ן אים מיט דערזעלביקער געשווינדקייט, מיט וועלכער דער וואַגאָן פאָרט.

כדי דורכצופירן אָט דעם געדאַנק אין אַלע פאַלן פון דער

וויסנשאַפטלעכער אונטערזוכונג, ווו די אינערציאַלע באַוועגונג שפּילט אַ ראָלע — דער עיקר: כדי צו באַווייזן, אַז אין די ליכט-דערשיינונגען, און אין די עלעקטראָ-מאַגנעטישע דערשיינונגען הערשט דאָסזעלביקע רעלאַטיוויטעטס-געזעץ, האָט איינשטיין געמוזט רעוואָלוציאָנירן אַלע אַנדערע אָנשויאונגען וועגן רוים און צייט, מאַסע און ענערגיע, ווי מיר האָבן דאַס געזען אין די פריערדיקע קאַפּיטלען.

אַ דאַנק דעם האָט איינשטיין געקאָנט פאָרמולירן אַלע נאַטור-געזעצן אַזוי, אַז אין אַלע באַטראַכטונגען און אין אַלע עקספּערימענטן האָט אויפגעהערט צו שפּילן אַ ראָלע דער צו־שטאַנד פון רו אָדער באַוועגונג, אין וועלכן דער פאָרשער געפינט זיך. עס זענען אויף אַזאַ אופן אויסגעפונען געוואָרן אמתע אַלגעמיינע נאַטור-געזעצן, וואָס זענען אומאָפּהענגיק פון דעם פאָרשערס צושטאַנד.

גאַנץ אַנדערש איז דאָס אָבער מיט דער צווייטער אַרט באַוועגונגען, די אומגלייכמאָסיקע (פאַרשנעלערטע) און די אומ־גלייכליניקע. זייער טבע איז אַזאַ, אַז אויף דעם ערשטן בליק קאָן מען זיי נישט פאַררעלאַטיווירן. דאָרטן, ווו זיי קומען פאָר, האָט מען אַ רעכט, — אַזוי ווייזט דאָס אויס, — צו רעדן וועגן אַן אַבסאָלוטער באַוועגונג.

אַ פּאָר ביישפּילן וועלן קלאָר מאַכן דעם ענין.

ווען אַ רייזנדער זיצט אין אַ וואַגאָן, וועלכער טראָגט זיך מיט אַ שטענדיק-גלייכער געשווינדקייט און אין אַ גלייכער ליניע, קאָן ער זיך אין דעם וואַגאָן באַטראַכטן פאַר אַ רוענדיקער סיסטעם. אָבער אָט האָט מען גענומען ברעמזן דעם וואַגאָן. ער הויבט פּלוצלונג אָן צו גיין לאַנגזאַמער, און דער רייזנדער פילט, ווי ער ווערט אַ שליידער געטאָן פאָראויס. זיין אילוזיע, אַז ער געפינט זיך אין רו, ווערט איבערגעריסן; ער שפּירט, אַז ער באַוועגט זיך פאָראויס אין אַ שנעלערן אימפּעט, איידער דער וואַגאָן. הייסט דאָס, אַז זיין באַוועגונג קאָן אין דעם פאַל נישט אַוועקגעטייטשט ווערן. ער געפינט זיך אין דעם צושטאַנד פון אַן אַבסאָלוטער באַוועגונג.

באַך אַ ביישפּיל. שוין ניוטאָן האָט געוואָלט אויסגעפינען, צי עס זענען דאָ פאַלן אין דער נאַטור, ווו די באַוועגונג פון אַ קערפּער קאָן נישט פאַררעלאַטיווירט ווערן, ווו איר אַבסאָלוטער באַראַקטער קאָן באַוויזן ווערן ע ק ס פּ ע ר י מ ע נ ט אַ ל, און ער האָט דורכגעפירט אַזאַ פּרווו.

צו דעם סופיט פון זיין צימער האָט ער אָנגעבונדן אַ שטריק און האָט אים געדרייט אין איין ריכטונג, — זאָגן מיר, — פון רעכטס צו לינקס. ווען דער שטריק איז געווען צונויפגעדרייט גענוג שטייף, האָט ער אָנגעהאָנגען אָן אים אַ נישט-פולן עמער מיט וואַסער, און האָט אים אָפּגעלאָזן. דער שטריק האָט זיך גענו-מען פאַנאַנדערדרייען פון לינקס צו רעכטס, דרייענדיק אויך דעם עמער און דאָס וואַסער אין דערזעלביקער ריכטונג. אין דער ערשטער צייט האָט מען אָן דעם וואַסער נישט געקאָנט באַמערקן, צי דאָס דרייט זיך אינאיינעם מיט דעם עמער, אָדער דאָס רוט אויף איין אָרט, און דער עמער דרייט זיך אַרום אים. ערשט ווען די באַוועגונג האָט באַקומען אַ גרעסערע גנשווינדקייט, האָט די אויבערפלאַך פון דעם וואַסער זיך גענומען בייטן: פון אַ פלאַטשיקער איז ער געוואָרן אַן אויסגעקרימטער. אַ קלאָרער באַוויז, אַז דאָס וואַסער האָט זיך אויך באַוועגט אין דערזעל-ביקער ריכטונג, וואָס דער עמער, ווייל אויב דאָס וואָלט זיך געפונען אין אַ רו-צושטאַנד וואָלט נישט געווען קיין שום סיבה פאַרוואָס די פאָרם פון זיין אויבערפלאַך זאָל זיך ענדערן.

ניוטאָן האָט געגלויבט, אַז אַנאַלאָגיש מיט אָט דעם ביי-שפּיל קאָן מען אויך פאַרענטפערן א י ן אַ ן אַ ב ס אָ ל ו ט ן ז י ן די פראַגע וועגן דער באַוועגונג פון דער ערד אַרום איר אַקס. עס איז אויסגערעכנט געוואָרן, אַז די ערד איז נישט גאַנץ קיי-לעכדיק. אין צפון און אין דרום איז זי אַ ביסל צ ו נ ו י פ ג ע-ד ר י ק ט, צוגעפלאַכט. פון וואַנען נעמט זיך די צופלאַכונג פון דער ערד ביי אירע פּאָלוסן? ווען די ערד וואָלט גערוט, און די הימל-קערפּער וואָלטן זיך געדרייט אַרום איר, וואָלט דאָך דערפון נישט געקאָנט אַרויסקומען קיין ענדערונג אין איר פאָרם (אַזוי האָט מען דעמאָלט — און ביז גאָר אין דער לעצטער

צייט געגלויבט). איז דער שכל מחייב, אַז די פאָרם-ענדערונג פון דער ערד איז אַ פּראָדוקט פון איר אייגענער באַוועגונג אַרום איר אַקס, אָדער, מיט אַנדערע ווערטער, אַז אָט די ערד-באַוועגונג קאָן בשום אופן נישט פאַררעלאַטיווירט ווערן.

אַזעלכע און ענלעכע ביישפּילן, וואָס קאָנען פאַרמערט ווערן אָן אַ צאָל, באַווייזן, אַז צווישן די „גאַליליעאישע" און „נישט-גאַליליעאישע" באַוועגונגען הערשט אַ פּרינציפּיעלער אונטערשייד. די טבע פון די ערשטע איז אַזאַ, אַז פאַר די נאַטור-געזעצן אָדער די אייביקע שייכותן, וואָס הערשן צווישן קערפּערס, איז קיין אונטערשייד נישט אין וואָס פאַר אַ צושטאַנד פון רו און באַוועגונג זיי געפינען זיך איינער לגבי דעם אַנדערן. די טבע פון די צווייטע איז אָבער אַזאַ, אַז די נאַטור-דערשיינונגען שפּילן זיך אין אַ באַוועגטער סיסטעם אַנדערש אָפּ, איידער אין אַ רו-ענדיקער.

אויב אָבער די טעאָריע פון רעלאַטיוויטעט דאַרף אונז געבן אַ ל ג ע מ יי נ ע נאַטור-געזעצן, דאַרף זי זען אָפּצושאַפן אָט דעם פּרינציפּיעלן חלוק צווישן אינערציאַלע און פאַרשנעלערטע באַוועגונגען. זי דאַרף באַווייזן, אַז אויך די פאַרשנעלערטע באַוועגונגען זענען נישט פון אַן אַבסאָלוטן כאַראַקטער; אַז אויך זיי לאָזן זיך פאַררעלאַטיווירן; אַז אויך בנוגע צו זיי קאָנען די באַוועגונגס-געזעצן פאָרמולירט ווערן אין אַ פאָרם, אין וועלכער עס זאָל פאַרשווינדן די נפקא מיניה צווישן דעם רוענדיקן און דעם באַוועגטן.

אָט דאָס איז טאַקע די פונדאַמענטאַלע אויפגאַבע פון איינשטיינס „אַלגעמיינער" טעאָריע פון רעלאַטיוויטעט, און איר באַזיס איז זיין „עקוויוואַלענץ"-טעאָריע.

לאָמיר זען אין וואָס זי באַשטייט:

אַלע פאַרשנעלערטע באַוועגונגען, אָן אונטערשייד פון אינערציאַלע, זענען — האָט מען אַלע מאָל געמיינט — אַ פּראָדוקט פון אַ וועלכער עס איז ק ר אַ פ ט, וואָס ווירקט שטענדיק איין אויף דעם זיך-באַוועגנדיקן קערפּער. פון אַלע אַזעלכע נאַטור-קרעפטן איז די וויכטיקסטע די ש ו ו ע ר ק ר אַ פ ט. די אויפ-

גאַבע פון דער אַלגעמיינער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע קאָן דערי־
בער דורכגעפירט ווערן, ווען עס ווערט אָפּגעשאַפט די פּרינ־
ציפּיעלע נפקא מיניה צווישן אַ ריין־אינערציאַלער באַוועגונג און
אַ באַוועגונג, וואָס ווערט אַרויסגערופן פון דער שווער־קראַפט.

וואָס זענען די כאַראַקטעריסטישע שטריכן פון דער שווער־
קראַפט, אויף וויפל זיי דריקן זיך אויס אין די באַוועגונגען פון
די קערפּערס, וועלכע שטייען אונטער איר ווירקונג?

קודם איז כאַראַקטעריסטיש פאַר דער שווער־קראַפט, וואָס
זי מאַכט נישט קיין אונטערשייד צווישן די פאַרשיידענע קערפּערס.
אין דערינען באַשטייט איר הויפּט־אונטערשייד פון די עלעקטראָ־
מאַגנעטישע קרעפטן.

די עלעקטראָ־מאַגנעטישע קרעפטן זענען אויסקלייבעריש
און ווירקן נאָר אויף באַשטימטע קערפּערס. אויף אייזן, צ. ב. ש.,
יאָ; אויף האָלץ נישט. און אויך אין יענע באַשטימטע קערפּערס
ענדערן זיך די עלעקטראָ־מאַגנעטישע ווירקונגען לויט דעם פּיזי־
קאַלישן צושטאַנד, אין וועלכן די קערפּערס געפינען זיך: צי
זיי זענען אין אַ פעסטן צושטאַנד, אַ פליסיקן, אָדער אַ גאַזי־
פאָרמיקן; צי זייער טעמפּעראַטור איז אַזאַ אָדער אַן אַנדערע, —
דאָס אַלץ קאָן האָבן אַן איינפלוס אויף די עלעקטראָ־מאַגנעטישע
דערשיינונגען אין זיי. די שווער־קראַפט אָבער רעכנט זיך נישט מיט
דעם. עס איז פאַר איר קיין חלוק נישט, פון וואָס פאַר אַ סובּ־
סטאַנץ דער קערפּער באַשטייט און אין וועלכן פיזיקאַלישן צו־
שטאַנד ער געפינט זיך. זי רעכנט זיך קודם כל מיט דעם מהלך
רוים, וואָס איז צווישן די קערפּערס: וואָס גרעסער עס איז דער
מהלך, אַלץ שוואַכער ווערט איר ווירקונג.

די צווייטע כאַראַקטעריסטישע אייגנשאַפט אירע באַשטייט
אין דעם, וואָס איר ווירקונג אויף דעם קערפּער, וועלכע דריקט
זיך אויס אין דעם קערפּערס וואָג און שווערקייט, איז פונקט
פּראָפּאָרציאָנעל צו דער אינערציאַלער מאַסע פון דעם
קערפּער.

מיר ווייסן שוין פון אַ פריערדיקן קאַפּיטל, אַז ס׳איז דאָ

אַ נפקא מיניה צווישן דער אינערציאַלער מאַסע און דער שווערער מאַסע.

ווען מיר נעמען אַ בלייערן קייקל און אַ הילצערנס פון דעמזעלביקן וואָלום און שטעלן זיי אַוועק (אין געדאַנק) אַזוי ווייט איינס פון דעם אַנדערן, אין אַ ליידיקן וועלט-חלל, אַז זייער קעגנזייטיקע צוציאונג זאָל לגמרי פאַרשווינדן, וועט דערביי לגמרי פאַרשווינדן אויך זייער שווערקייט, אָדער זייער „שווערע מאַסע". די אינערציאַלע מאַסע זייערע וועט אָבער בלייבן.

דאָס וויל זאָגן: אַז דאָס בלייערנע קייקל וועט האָבן אין זיך מער ווידערשטאַנדס-קראַפט, איידער דאָס הילצערנע. אויב מיר ווילן זיי אַרויספירן פון זייער רו און מאַכן, אַז זיי זאָלן זיך אינערציאַל באַוועגן מיט אַ באַשטימטער גלייכער געשווינדקייט, וועלן מיר דעם בלייערנעם קייקל דאַרפן געבן אַ שטאַרקערן שטויס, איידער דעם הילצערנעם, ווייל ביי דעם בלייערנעם קייקל וועט דער שטויס דאַרפן גובר זיין אַ שטאַרקערע „אינערציע", אַ שטאַרקערע ווידערשטאַנדס-קראַפט איידער ביי דעם הילצערנעם.

און ווען דיביידע קייקלעך זאָלן זיך פון ביידע עקן וועלט דערנענטערן איינס צו דעם אַנדערן אַזוי, אַז אין זיי זאָל זיך ווידער דערוועקן די קעגנזייטיקע צוציאונגס-אָדער שווער-קראַפט, וועט די „שווערקייט" אָדער די „שווערע מאַסע" פון דעם בלייערנעם קייקל ווערן פונקט אויף אַזוי פיל גרעסער פאַר דער „שווערער מאַסע" אין דעם הילצערנעם, אויף וויפל די ווידערשטאַנדס-קראַפט זיינע איז גרעסער פאַר דער ווידערשטאַנדס-קראַפט פון דעם אַנדערן. דאָס בלייערנע קייקל, ווי דאָס הילצערנע, וועלן אָנהויבן זיך גיכער באַוועגן איינס צו דעם אַנדערן, אָבער דאָס „גרינגערע", דאָס הילצערנע, וועט דאָס טאָן אַ סך שנעלער איידער דאָס „שווערערע", דאָס בלייערנע.

אין פלוג איז אין דעם נישטאָ קיין ברעקל חדוש. ווידערשטאַנדס-קראַפט איז „אינערציע". און אינערציע איז אַ מין „אָפּגעלאָזטקייט", וואָס איז שוין פסיכאָלאָגיש פאַרבונדן מיט דער

פאַרשטעלונג פון „שווערקייט״. אַ קערפּער מיט מער אינערציע גייט שווערער אַריבער פון רו אין באַוועגונג און פון באַוועגונג אין רו, איידער אַ קערפּער מיט ווייניקער אינערציע, ממילא איז קיין ווונדער נישט, וואָס דאָס ווייניקער אָפּגעלאָזטע האָלץ וועט שנעלער לויפן צו דעם מער אָפּגעלאָזטן בליי, איידער דאָס וועט טאָן דער בליי צו אים.

אָבער אַז מען טראַכט זיך אַ ביסל טיפער אַריין אין דעם ענין, זעט מען, אַז אָפּגעלאָזטקייט (אינערציע), וואָס איז אפשר פּסיכאָלאָגיש ביי אונז פאַרבונדן מיט „שווערקייט״, האָט לאָגיש גאָרנישט צו טאָן מיט דער פיזיקאַלישער דערשיינונג פון שווער־קייט.

פאַרגעסן מיר נישט: אינערציע איז נישט נאָר „אָפּגעלאָזט־קייט״; עס איז אויך אימפּעט, טראָג־קראַפט. אַ קער־פּער מיט אַ גרעסערער אינערציאַלע מאַסע האָט אין זיך אַ סך מער טראָג־קראַפט, איידער אַ קערפּער מיט אַ קלענערער אינער־ציאַלער מאַסע. ער טראָגט זיך מיט אַ שטאַרקערן אימפּעט איידער יענער, און עס איז שווערער אָפּצושטעלן זיין אימפּעט, איידער יענעמס.

פאַר וואָס זאָל אַ קערפּער מיט אַ גרעסערע טראָג־קראַפט ווערן גראָד ביי דער צוציאונגס־קראַפט אַזוי פויל און זיך טראָגן צו דעם אַנדערן מיט אַ קלענערן אימפּעט, איידער יענער, וואָס האָט אַ סך ווייניקער טראָג־קראַפט אין זיך?

אַז עס איז דאָ אַ שטיקל חלוק צווישן דער אינערציאַלער מאַסע און דער שווערער מאַסע, אַז זייביידע מוזן זיך נישט אַלע מאָל אויפפירן אויף איין און דעמזעלביקן שטייגער, קאָן מען אפשר קלאָרער דערזען פון דעם פאָלגנדיקן פיזיקאַלישן עקס־פּערימענט:

לאָמיר נעמען אַ הויכע ברייטע גלעזערנע צילינדער־כלי מיט אַ דעק. לאָמיר פריער אַריינגיסן אַהין אַ געוויסן וואָלום בוימל. דערנאָך אַקוראַט אַזאַ וואָלום קוועק־זילבער. מיר וועלן דערזען, אַז דער קוועק־זילבער וועט זיך תיכף אַראָפּלאָזן אויפן גרונט, און דער בוימל וועט זיך צונויפזאַמלען איבער אים. דער־

נאָך גיסן מיר אַריין אַקוראַט אַזאַ גלייכן וואָלום וואַסער. דאָס וואַסער, וואָס איז שווערער פאַר דעם בוימל און לייכטער פאַר דעם קוועק-זילבער, וועט זיך באַלד איינאָרטן פונקט אין מיטן צווישן זיינע שכנים אַזוי, אַז עס וועלן קלאָר אַרויסטרעטן די שאַרף-מאַרקירטע גרענעצן צווישן דעם גלאַנציק-גראָען קוועק-זילבער אונטן, דעם ווייסן וואַסער אין מיטן און דעם געלן בוימל אויבן.

דאָס איז, פאַרשטייט זיך, גאַנץ נאַטירלעך. דער שווערער קוועק-זילבער „וויל זיין" נעענטער צו דער ערד, ווייל איר צוציאונגס-קראַפט ווירקט אויף אים מער, איידער אויף די אַנדערע. און אין דעם פרט איז וואַסער אויך אַ גרעסערער מיוחס, איידער לייכטער בוימל, אויף וועמען די צוציאונגס-קראַפט פון דער ערד ווירקט ווייניקער, איידער אויף זיינע שכנים.

אָבער אָט נעמען מיר און שטעלן אַוועק די גלעזערנע כלי אויף אַ צענטריפוגאַלער ראָד און מיר הויבן זי אָן שנעל צו דרייען. די כלי און די פליסיקייטן אין איר הויבן זיך אויך אָן שנעל צו דרייען אַרום זייער אייגענער אַקס אַזוי, אַז אין דעם אימפעט פאַרלאָזן זיי זייערע ערטער, הויבן זיך אָן צו באַוועגן אין אַ ספּיראַל אין דער הויך און דערנענטערן זיך צו דעם ראַנד.

ווער פון זיי וועט דער ערשטער דערפליען צו דעם ראַנד?

אין פלוג האָט דאָס געדאַרפט זיין דער בוימל. אים ציט דאָך די ערד צו אמווייניקסטן. אים וואָלט דעריבער געמוזט זיין גרינגער פאַר אַלעמען צו דערווייטערן זיך פון איר. נאָך דעם בוימל וואָלט געדאַרפט קומען דאָס וואַסער, און ערשט נאָך דעם וואַסער — דער „אָפּגעלאָזטער" שווערער קוועקזילבער. אין דער ווירקלעכקייט שפּילט זיך אָפּ דער ענין פונקט פאַרקערט. ווי נאָר די צענטריפוגאַל-ראָד הויבט זיך אָן צו דרייען, אַזוי דערוועקט זיך די אינערציאַלע טראָג-קראַפט קודם כל אין דעם קוועק-זילבער. ער שניידט דורך אין אַ שלאַנגן-באַוועגונג די טעריטאָריעס פון זיינע שכנים און יאָגט זיי אַלעמען אַריבער. נאָך אים קומט דאָס וואַסער, שוין מיט ווייניקער פלינקייט, און

ערשט גאָר צולעצט שאַרט זיך נאָך זיי נאָך דער בוימל. *)

דערפון איז געדרונגען, אַז האָבן אין זיך מער אינערציע הייסט נישט זיין מער „אָפּגעלאָזט“, מער „שווער זיך אַ הויב צו טאָן“. זעט מען טאַקע נישט איין, פאַרוואָס די שווערע מאַסע זאָל מוזן זיין גלייך פּראָפּאָרציאָנעל צו דער אינערציאַלער. אָט דער פאַקט איז שוין פאַר סך געלערנטע נאָך פאַר איינשטיינען געוואָרן אַזוי קלאָר, אַז מען האָט געגומען זוכן מיטלען, ווי אַזוי אויסצומעסטן די אינערציאַלע מאַסע באַזונדער פון דער שווערער מאַסע אָדער פון איר וואָג, כדי ערשט דערנאָך מאַטעמאַטיש קלאָר אַרויסצוברענגען די שייכות, וואָס הערשט צווישן זיי.

באַזונדערס האָט זיך אויף דעם פעלד אויסגעצייכנט דער אונגאַרישער פאָרשער עעטוועס. די פּינקטלעכסטע פאָרשונגען האָבן אַרויסגעבראַכט די פאָלגנדיקע כללים: א) די אינערציאַלע מאַסע פון אַ קערפער איז אַ כאַראַקטעריסטישער, קאָנסטאַנטער סימן זיינער, ב) די שווערע מאַסע, אָדער די וואָג פון אַ קערפער, איז — ווי מען האָט שוין פון לאַנג אָן געוווסט, — אויך אַ כאַראַקטעריסטישער קאָנסטאַנטער סימן פאַר אים און ג) די שווערע מאַסע איז אַלע מאָל פּראָפּאָרציאָנעל צו דער אינערציאַלער. מען זעט נישט איין פאַרוואָס דאָס איז אַזוי, אָבער אַזוי איז דאָס.

אין ענגן צונויפבונד מיט אָט דעם געזעץ פאַר דער שווערקראַפט שטייט נאָך אַ דריטע וויכטיקע אייגנשאַפט אירע: אין דעם קראַפט-פעלד פון דער ערדס שווערקייט (און מסתמא אויך אומעטום, וו עס געפינט זיך אַזאַ קראַפט-פעלד) פאַלן די איינצלנע קערפערס מיט דערזעלביקער פאַרשנעלערטער געשווינדקייט. אַ פונט בליי און אַ לויט האָלץ, ווען מען לאָזט זיי גלייכצייטיק אַראָפּ צו דער ערד לויפן ביידע דורך

*) דעם עקספּערימענט האָב איך — אין אַ פאַראיינפאַכטער פאָרם (נאָר מיט קוועקזילבער און וואַסער) — געזען אין מיינע סטודענטישע יאָרן. און איך געדענק נאָך עד היום דעם גרויסן רושם, וואָס ער האָט אויף מיר געמאַכט דורך זיין פּסיכאָלאָגישער אומדערוואַרטעטקייט.

אין גלייכע צייט-טיילן גלייכע שטרעקעס רוים און דערגרייכן גלייכצייטיק דעם באָדן. זייער פאַליקע געשווינדקייט פאַרגרעסערט זיך אין גלייכער מאָס, וואָס נענטער זיי קומען צו דער ערד.

אין דעם געוויינלעכן לעבן זעען מיר, אַז דאָס איז נישט אַזוי. ווען מיר שטעלן אַוועק צום וואַנט אַ משופּעדיקע ברעט און לאָזן אויף איר אַראָפּקייקלען זיך אַ בלייערן קייקל און אַ הילצערנס, וועט דאָס בלייערנע לויפן (ד. ה. פאַלן) צו דער ערד מיט אַ שטאַרקערן אימפּעט, איידער דאָס הילצערנע. אָבער דאָס קומט דערפאַר, וואָס ביידע באַוועגן זיך אין אַ לופט-אָנגעפילטן חלל. די לופט שטערט זייער לויף, און דער שטאַרקערער אימפּעט פון דעם בליי קאָן גרינגער גובר זיין דעם ווידערשטאַנד פון דער לופט, איידער דער שוואַכערער אימפּעט פון דעם האָלץ. אין אַ לופט-ליידיקן חלל וואָלטן ביידע קייקלעך זיך דעריבער געקייקלט אויף דער ברעט מיט איין-און-דערזעלביקער געשווינדקייט, ווי דאָס איז פאַראַמתט געוואָרן דורך עקספּערימענטן.

מיר נעמען אַ לאַנגע גלעזערנע רער מיט אַ דעק. מיר לייגן אַהין אַריין אַ שווער בלייערן קייקעלע און אַ גרינגע שטיקל פעדער. ווען מיר פּאָמפּען אַרויס די לופט פון דער רער און קערן זי מיט אַמאָל איבער מיטן דעק אַרויף, זעען מיר, ווי קייקל און פעדער הויבן גלייכצייטיק אָן צו פאַלן, ווי זיי ביידע האַלטן אָן אַ גלייכן לויף ביז צום סוף.

אָט די אייגנשאַפט פון דער שווער-קראַפט, וואָס מאַכט, אַז אַלע קערפּערס — אַלץ איינס פון וואָסערער סובסטאַנץ זיי זאָלן נישט באַשטיין — זאָלן פאַלן צו דער ערד מיט איין און דערזעלביקער פאַרשנעלערטער געשווינדקייט, נויטיקט זיך אויך אין אַ טעאָרעטישער דערקלערונג. פאַרוואָס זאָל אַ בלייערן קייקל פאַלן מיט דערזעלביקער געשווינדקייט, ווי אַ הילצערנס?

אויב דאָ וואָלט געגאַנגען נאָר אין דעם, וואָס בליי און האָלץ האָבן אַ פאַרשיידענע וואָג, וואָלט די שאלה געווען נישט אַזוי האַרב. מיר קאָנען גאַנץ גוט פאַרשטיין פאַרוואָס, צ. ב., איין פונט בליי און צוויי פונט בליי זאָלן פאַלן

מיט דערזעלביקער געשווינדקייט. דאָס קאָן קומען דערפון, וואָס די שווער־קראַפט ווירקט אויף יעדן פּיצעלע בליי באַזונדער, אויף יעדן אַטאָם זיינעם. אין יעדן פון זיי דערוועקט זי אַ באַוועגונג פון אַ געוויסער שנעלקייט, און עס איז דערביי קיין נפקא מיניה נישט, צי אָט די שנעלקייט ווערט אַרויסגערופן ביי איין אַטאָם אָדער ביי אַ מיליאָן אָדער ביי צוואַנציק מיליאָן, זיי אַלע גייען מיט דעמזעלביקן טעמפּ.

ביים איצטיקן עקספּערימענט האָבן מיר אָבער פאַר אונז קערפּערס מיט פאַרשיידענע אַטאָמען און פאַרשיידענע אַטאָם־געוויכטן. מ׳האָט געמעגט דערוואַרטן, אַז אויף פאַרשיידן שווערע אַטאָמען וועט אויך די ווירקונג פון דער שווער־קראַפט זיין אַ פאַרשיידענע, און אַז ביי די שווערערע זאָל דערוועקט ווערן אַ גרעסערע געשווינדקייט, איידער ביי די גרינגערע.

סיידן מיר זאָלן אָננעמען, אַז די גאַנצע וועלט־מאַטעריע באַשטייט פון איין־איינציקער וועלט־סובסטאַנץ, דעם „אור־שטאָף״, וואָס איז אויך איינגעטיילט אין אַטאָמען פון גלייכער וואָג. דעמאָלט זענען די אַטאָמען פון די שווערערע סובסטאַנצן אייגנטלעך שוין נישט מער קיין אַטאָמען, נאָר גרופּן פון אור־שטאָף־אַטאָמען. דער אַטאָם פון דעם זויער־שטאָף־גאַז איז דערפאַר זעכצן מאָל אַזוי שווער, ווי דער אַטאָם פון וואַסער־שטאָף־גאַז, וואָס אין אים געפינען זיך זעכצן מאָל מער אור־שטאָף־אַטאָמען, איידער אין דעם אַנדערן.

אויב דאָס איז אַזוי, קאָנען מיר דאָ אָנווענדן אונזער פריערדיקע באַטראַכטונג: די צוציאונגס־קראַפט פון דער ערד ווירקט דירעקט אויף דעם אור־שטאָף־אַטאָם. איז דערביי קיין חלוק נישט, וויפל אור־שטאָף־אַטאָמען און אין וועלכער פאָרם זיי באַטייליקן זיך אין דעם פּראָצעס, ווי עס איז קיין נפקא מיניה נישט פאַר אַ מחנה סאָלדאַטן, וואָס לויפט אין איין און דעמזעלביקן מאַרש, צי די מחנה באַשטייט פון הונדערט סאָלדאַטן אָדער פון טויזנט: זיי אַלע האָבן דעמזעלביקן לויף.

איז אָבער די גאַנצע מעשה מיט די אַטאָמען נישט מער

ווי אַ היפּאָטעזע, און עס בלייבט דערביי מאַכס שאלה, מיט וועלכער מיר זענען שוין באַקאַנט געוואָרן אין אַ פריערדיקן קאַפּיטל: פון וואַנען ווייסן מיר, אַז אין דעם זויערשטאָף-אַטאָם זענען דאָ זעכצן מאָל מער אור-אַטאָמען, איידער אין דעם וואַסער-שטאָף? ווער האָט זיי, די אַטאָמען, געציילט?

אַ סך אַ באַפרידיקנדיקערע דערקלערונג קאָן מען געווינען, ווען מען פאַרלאָזט בכלל דעם שטאַנדפונקט פון „מאַטעריע" און „אַטאָמען"; ווען מען זעט איין, מיט איינשטיינען, אַז דער גאַנצער באַגריף פון „מאַסע" איז נאָר אַ רעלאַטיווער, אַז אין תוך איז „מאַסע" נישט קיין אַנדער זאַך, ווי צונויפגעפּרעסטע קראַפט, איינגעשפּייכלערטע ענערגיע, איינגעשפּייכלערטע אינערציע (ווי מיר האָבן דאָס געזען אין אַ פריערדיקן קאַפּיטל).

יעדע פּיצעלע מאַסע איז אַ סכום פון אינערציע, פון ווידערשטאַנדס-קראַפט. די עקספּערימענטן האָבן באַוויזן, אַז יעדע סובסטאַנץ האָט איר גראַד פון אינערציע אָדער ווידערשטאַנדס-קראַפט: בליי איינעם, האָלץ אַן אַנדערן און אַזוי ווייטער. דיזעלביקע עקספּערימענטן האָבן אויך באַוויזן, אַז די שווער-קראַפט ווירקט אויף זיי פּונקט פּראָפּאָרציאָנעל צו זייער אינערציע. ממילא מוז אויסקומען אַזוי: קערפּערס, וואָס האָבן אַ קלענערע אינערציע, ד. ה., אַ שוואַכערן גראַד פון ווידערשטאַנד (ווי צ. ב. דאָס הילצערנע קייקל לגבי דעם בלייערנעם) וואָלטן טאַקע געקאָנט שנעלער פאָלגן דעם רוף פון דער ערד. איז אָבער די ווירקונג פון דער צוציאונגס-קראַפט אויף זיי אַזאַ שוואַכע, אַז זיי איילן זיך נישט. צוריק: אויף קערפּערס מיט אַ גרעסערער אינערציע איז די ווירקונג פון דער ערדס צוציאונגס-קראַפט אַ שטאַרקערע, וואָלטן זיי טאַקע געדאַרפט זיך צואיילן; האָבן זיי אָבער מער ווידערשטאַנדס-קראַפט אין זיך; זענען זיי מער פאַרעקשנט און לאָזן זיך נישט ציען.

דער לייענער פאַרשטייט, האָף איך, אַז אַזעלכע אויסדרוקן, ווי „פאָלגן", „זיך איילן", „זיך נישט לאָזן" זענען נישט מער ווי סוביעקטיווע בילדער. אָביעקטיוו גענומען, איז דער ענין אַזאַ:

ווען איך וויל באַרעכענען די פּאַרשנעלערונג, וואָס אַ קערפּער באַקומט אין זיין לויף אַ דאַנק דער שווער-קראַפט, דאַרף איך האָבן אין זינען נישט נאָר זיין „שווערע מאַסע״, נאָר אויך זיין „אינערציאַלע מאַסע״. וואָס שווערער ער איז, אַלץ שנעלער ווערט דערביי זיין גאַנג, און וואָס אינערטער ער איז, אַלץ לאַנגזאַמער ווערט ער. כדי אויסצוגעפינען, וואָס וועט ביי אים זיין דער רעזולטאַט פון אַזעלכע צוויי ווידערשפּרעכנדיקע טבעס זיינע, מוז איך זיין „שווערע מאַסע״ צעטיילן אויף זיין „אינערציאַלע מאַסע״; און אַזוי ווי די שווערקייט איז אַלע מאָל פּראָפּאָרציאָנעל צו דער אינערציע (ווי דאָס האָבן באַוויזן די עקספּערימענטן), מוז דער פּועל-יוצא פון אַזאַ צעטיילונג זיין איין-און-דערזעלביקער פאַר אַלע קערפּערס, ווייל עס איז קיין נפקא מיניה נישט, צי איך צעטייל דריי אויף פיר, אָדער זעקס אויף אַכט, אָדער צוועלף אויף זעכצן. דעריבער מוזן אַלע קערפּערס פאַלן מיט דער גלייכער שנעלקייט.

אַזוי אַרום האָבן מיר דאָ אַ דערקלערונג פאַר דעם גלייכן פאַלן פון אַלע קערפּערס אין אַ לופט-ליידיקן חלל און מיר דאַרפן דערביי נישט אָנקומען צו דער היפּאָטעזע פון אַטאָמען און זייער צאָל. די דערקלערונג ווערט אונז געגעבן דורך איינשטיינס מאַטעמאַטישן באַוויז (אין זיין ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע), אַז די אינערציאַלע מאַסע איז נישט קיין אַנדער זאַך, ווי צונויפגעפּרעסטע קראַפט, און דורך דעם עקספּערימענטאַלן באַוויז, אַז די „שווערע מאַסע״ איז תמיד פּראָפּאָרציאָנעל צו דער „אינערציאַלער״.

דערביי דאַרף נאָך באַמערקט ווערן, אַז „מען קאָן״, ווי איינשטיין זאָגט, „אויסווײלן די איינהייטן אַזוי, אַז דער פּועל-יוצא (פון דער פּראָפּאָרציע) זאָל אומעטום זיין גלייך איינס״. (צ. ב. פיר געטיילט אויף פיר; אַכט געטיילט אויף אַכט א. ז. וו.) „דעמאָלט״, זאָגט ער, „טרעט אַריין אין קראַפט דער זאַץ: די שווערע מאַסע פון אַ קערפּער און זיין אינערציאַלע מאַסע זענען גלייך איינע צו דער אַנדערער״. *)

*) אַלגעמיינע־רעלאַטיוויטעט, ז. 44.

זענען מיר באַקאַנט געוואָרן מיט די וויכטיקסטע כאַראַקטעריסטיקן פון דער שווער־קראַפט און פון די פאַרשנעלערטע באַוועגונגען, וואָס ווערן אַרויסגערופן דורך איר. אויף אָט די פאַרשנעלערטע באַוועגונגען מוז דאָס אָנגעווענדט ווערן די אונטערזוכונג, וואָס וויל אויסגעפינען, צי זיי מוזן טאַקע בלייבן אַ ב ס אָ ל ו ט און אין דעם פרט זיין דורכאויס פאַרשיידן פון די אינערציאַלע באַוועגונגען, אָדער זיי קאָנען פאַררעלאַטיווירט ווערן פונקט ווי די לעצטערע.

אין דער אויספאָרשונג פון דער פראַגע שטעלט זיך איינשטיינס געדאַנק אָפּ קודם כל אויף דעם לעצט געוווּנענעם רעזולטאַט.

וויסנשאַפטלעכע עקספּערימענטן האָבן באַוויזן, אַז די שווערע מאַסע איז גלייך צו דער אינערציאַלער. וואָס איז דער שכל דערפון? מיר האָבן שוין אויבן באַמערקט, אַז קיין לאָגישע אינעווייניקסטע שייכות צווישן אָט די צוויי מאַסן איז נישטאָ. מיר קאָנען זיך גאַנץ גוט פאָרשטעלן, אַז די שווערע מאַסע זאָל זיין נישט גלייך פּראָפּאָרציאָנעל, נאָר גאָר א ו מ ג ע ק ע ר ט פּראָפּאָרציאָנעל צו דער אינערציאַלער, ד. ה. אַז וואָס מער אינערציע אַ קערפּער האָט אין זיך, אַלץ ו ו י י נ י ק ע ר זאָל די צוציאונגס־קראַפט האָבן אַ ווירקונג אויף אים. און וואָס איז דער שכל, וואָס די שווער־קראַפט מאַכט נישט קיין אונטערשייד צווישן די קערפּערס און ווירקט אויף זיי אַלעמען? מיר קאָנען זיך דאָך פאָרשטעלן, אַז אויך די שווער־קראַפט זאָל זיין אַקוראַט אויסקלייבעריש אין איר ווירקונג, ווי די עלעקטראָ־מאַגנעטישע קרעפטן. האָט מען דאָך ביז איינשטיינען געגלויבט, אַז ס'איז דאָ אומעטום אין דער וועלט אַזאַ מין מאַטעריע, דער „עטער", דורך וועלכן די שווער־קראַפט גייט דורך, אָבער א ו י ף וועלכן זי האָט נישט קיין ברעקל ווירקונג.

פאַרוואָס זאָלן שווער־קראַפט און אינערציע זיין גלייך ביי אַ קערפּער אין זייער סכום, און פונדעסטוועגן זיין אַזוי פרינ־

ציפּיעל פֿאַרשיידן אין זייער כאַראַקטער, אַז די באַוועגונגען, וואָס שטאַמען פֿון דער ערשטער מוזן באַטראַכט ווערן, ווי אַבסאָלוטע באַוועגונגען, בעת די באַוועגונגען, וואָס שטאַמען פֿון דער לעצטער זענען תמיד רעלאַטיוו? אויף אַלע אָט די שאלות קאָן מען מיט איינשטיינען גאַנץ יידישלעך ענטפֿערן צוריק מיט שאלות.

און ווי איז — אַז זיי מוזן דאָס גאָרנישט? ווי איז — אַז אויך די שווער־קראַפֿט־באַוועגונגען זענען נישט קיין אַבסאָלוטע, נאָר רעלאַטיווע? אַז אויך דער קעגנזאַץ צווישן שווער־קראַפֿט און אינערציע איז פּונקט אַזאַ רעלאַטיוווער, ווי דער קעגנזאַץ פֿון רו און באַוועגונג? ווי איז — אַז אויך די שווער־קראַפֿט־באַוועגונג און די אינערציאַלע באַוועגונג קאָנען זיך בייטן מיט זייערע ערטער? אַז דאָס, וואָס איז אַ שווער־קראַפֿט־באַוועגונג אין רעלאַציע צו איין דערשיינונג זאָל ווערן אין רעלאַציע צו אַן אַנדער דערשיינונג אַ ריין־אינערציאַלע באַוועגונג? אָדער — ווי איינשטיין פֿאָרמולירט דאָס: „אַז איינוןדיזעלביקע קוואַליטעט פֿון אַ קערפּער זאָל זיך לויט די אומשטענדן אַרויסווייזן אָדער ווי אינערציע, אָדער ווי שווערקייט״? *)

איינשטיין וויל באַווייזן, אַז דאָס איז טאַקע אַזוי.

לאָמיר, זאָגט ער, זיך פֿאָרשטעלן אַזאַ זאַך:

ערגעץ ווו איז דאָ אַן אַבסאָלוט ליידיק שטיק וועלטןרוים. עס איז אַזוי ווייט פֿון אַלע שטערן און מאַטעריעלע מאַסן בכלל, אַז זייער צוציאונגס־קראַפֿט קאָן נישט האָבן קיין שליטה אויף אים. וועגן שווער־קראַפֿט קאָן דעריבער דאָרטן נישט זיין קיין רייד. אַזאַ חלל איז אַן אַבסאָלוט־גאַליליעאישער. לאָמיר אַריינטראַכטן אין אים אַ געוויסן קערפּער, כדי מיט זיין הילף צו קאָנען באַשטימען די דערשיינונגען פֿון רו און באַוועגונג, וואָס קומען דאָרטן פֿאָר. יענע פּונקטן, וואָס וועלן זיך געפֿינען אין

*) אַלגעמיינפֿאַרשטענדלעך, ז. 45.

יז (לגבי אַט דעם רעלאַציע-קערפּער) וועלן אייביק פאַרבלייבן אין רו. יענע פּונקטן אָבער, וואָס באַוועגן זיך (לגבי אים), וועלן זיך טראָגן אין אַן אייביקער „גאַלילעאישער", אינערציאַלער באַוועגונג, ד. ה. גלייכמאָסיק און גלייכליניק.

איצטער לאָמיר זיך פאָרשטעלן, אַז אַ דורך אַ וועלכן עס איז נס האָבן מיר אַריבערגעטראָגן אַהין אַ „קאַסטן" מיט אַ פאָרשער אין אים און מיט וויסנשאַפטלעכע אַפּאַראַטן (בתנאַי, פאַרשטייט זיך, אַז דאָס זאָל נישט שטערן דעם ריין-גאַלילעאישן כאַראַקער פון דער גאַנצער געגנט).

פאַר דעם פאָרשער קאָן דאָ נישט זיין קיין שווער-קראַפט. „ער מוז", זאָגט איינשטיין, „צובינדן זיך מיט שנירלעך צו דעם דיל; אַז נישט, וועט ער ביי דעם גרינגסטן אָנשטויס אָן דעם דיל פאַמעלעך אַוועקשוועבן צו דעם סופיט".

כדי זיך נאָך מער צו פאַרזיכערן, אַז אין זיין קאַסטן איז נישטאָ קיין ברעקל שפּור פון שווער-קראַפט, לאָז איך אים דורכפירן די פאָלגנדיקע עקספּערימענטן: ער נעמט צוויי קייקלעך — אַ בליירנס און אַ הילצערנס — און הויבט זיי ביידע אויף אַזוי הויך ווי ער קאָן, און לאָזט זיי אַרויס פון די הענט אויף דערזעלביקער הויך. די צוויי קייקלעך בלייבן הענגען „אין דער לופטן" (אויב מען קאָן אָנווענדן דעם אויסדרוק אויף אַ לופטליידיקן חלל).

פון מיטן סופיט הענגט אַראָפּ אַ שטריק. ער הענגט שלאַף און געשלענגלט; דער פאָרשער הענגט אויף אים אויף אַ קערפּער, וואָס וואָלט אויף דער ערד געהאַט אַ היפּשע וואָג. דער שטריק בלייבט הענגען ווי געווען: שלאַף און געשלענגלט, ווייל אויך דער קערפּער האָט פאַרלאָרן יעדע וואָג.

ווען עמיצער וואָלט איצטער אַריינגעשאָסן אַ קויל פון אַ ביקס אין קאַסטן אַריין, וואָלט די קויל דורכגעלעכערט די וואַנט, וואָלט דורכגעפלויגן דעם קאַסטן מיט אַ גלייכמעסיקער שנעלקייט, אין אַ ווירע-גלייכער ליניע און וואָלט אַרויסגעפלויגן פון דער אַנטקעגנדיקער וואַנט, פּונקט אויף דערזעלביקער הויך פון דעם דיל, אויף וועלכער זי איז אַריינגעפלויגן.

קורץ: אַלע דערשיינונגען אין דעם קאַסטן שפּילן זיך דאָ אָפּ לויט די גאַלילעאישע געזעצן פון אינערציע.

אָבער אָט האָט עפּעס אַ ווען „פון אַ אומגלייכגילטיקער ארט״ גענומען ציען דעם קאַסטן אַרויפצו. דער קאַסטן מיט אַלע זאַכן אין אים האָט זיך גענומען טראָגן אין דער הויך אין אַן אַלץ וואַקסנדיקער געשווינדקייט, — אויב מיר זאָלן אָט די באַוועגונג באַטראַכטן פון יענעם רעלאַציוו-קערפּער, וועלכן מיר האָבן אַריינגעטראָגן אַהין און וועלכער בלייבט אין רו.

צו וועלכן רעזולטאַט וועגן אָט דער פּאַסירונג מוז אָבער קומען דער פאָרשער?

ווי נאָר דער קאַסטן האָט זיך גענומען טראָגן אַרויף, אַזוי האָט דער פאָרשער דערשפּירט אַ דרוק פון דעם דיל אין די פּיאַטעס. זיינע פיס זענען אים געוואָרן שווער (ווי מען שפּירט אַ שווערקייט אין די פיס, ווען אַ ווינדע הויבט זיך אָן באַוועגן אַרויף). ער בינדט אָפּ די שטריקלעך און באַמערקט, אַז ער דאַרף שוין קיין מורא נישט האָבן טאָמער שוועבט ער אַרויף צום סופיט. אַדרבא, ער דאַרף ווידער האַלטן זיין גלייכגעוויכט, כדי נישט אַנידערצופאַלן אויפן דיל אין זיין גאַנצער לענג, — פונקט ווי ער וואָלט דאָס געדאַרפט טאָן, ווען זיין קאַסטן וואָלט געשטאַנען אויף דער ערד. און קוים טוט ער דאָס, אַזוי קאָן ער שוין ווידער פריי אַרומגיין איבערן דיל.

די צוויי קייקלעך, זעט ער, באַוועגן זיך פאַרשנעלערטער-הייט צו דעם דיל צו און אַלע מאָל, ווען ער הויבט זיי אויף און לאָזט זיי אַרויס פון האַנט, פאַלן זיי דערנאָך ווידער אַראָפּ מיט דערזעלביקער פאַרשנעלערונג. און מיט וואָס פאַר אַנדערע זאַכן ער זאָל נישט מאַכן אָט דעם עקספּערימענט, וועט ער אַלע מאָל האָבן דעמזעלביקן רעזולטאַט: זיי וועלן אַלע פאַלן צו דעם דיל מיט אַ גלייכער פאַרשנעלערונג. ס׳איז אמת: נישט זיי פאַלן צו דער ערד; זיי בלייבן הענגען אין לופטן אין פולער רו; נאָר דער דיל און די ווענט פון דעם קאַסטן באַוועגן זיך אַרויף צו זיי. אָבער דערפון האָט דאָך דער פאָרשער קיין ברעקל אַנונג נישט. ער פאָרמולירט דאָס, וואָס ער זעט.

וואַרפט ער אַ בליק אויף דעם אויפגעהאָנגענעם קערפּער, זעט ער, אַז דער שטריק הענגט שוין איצטער נישט שלאַף, נאָר שטייף און אָנגעצויגן, ווי אונטער דער ווירקונג פון אַ שווערער מאַסע, וואָס ציט אים אַראָפּ.

לאָמיר נאָך אָננעמען, אַז איצטער ווערט ווידער אַריינגעשאָסן אַ קויל אין קאַסטן מיט דערזעלביקער קראַפט וואָס פריער. די קויל וועט אַרויס אין דער אַנטקעגנדיקער וואַנט, אָבער שוין נישט פונקט אויף דערזעלביקער הויך, ווי אין דער ערשטער וואַנט, נאָר אַ ביסל *נידעריקער*, ווייל די ווענט האָבן זיך דאָך אין דער צייט פון איר פלי געטראָגן אַרויף. דער וועג פון דער קויל וועט שוין, *לגבי דעם קאַסטן*, נישט זיין קיין גליייכליניקער, נאָר אַן *אויסגעבויגענער*, ווי אַ *פּאַראַבאָל*, — פונקט ווי דאָס קומט פאָר מיט אַ קויל, וואָס ווערט אַרויסגעשאָסן אויף דער ערד. דער מהלך פון דער פּאַראַבאָל איז *גרעסער* איידער דער מהלך פון דער ווירע־גלייכער ליניע; דורכגעפלויגן אים איז אָבער די קויל אין דערזעלביקער צייט. הייסט עס, אַז איר לויף אין קאַסטן איז געוואָרן אַ *פאַרשנעלערטער* לגבי איר לויף אין דעם ליידיקן חלל.

קורץ, אָט די אַלע פיזיקאַלישע דערשיינונגען: די אָנגעשטרענגטקייט פון דעם שטריק, דער צושטאַנד פון דעם פּאָרשערס קערפּער, וואָס גיט אים די מעגלעכקייט זיך פריי צו באַוועגן איבער דעם קאַסטן, פונקט ווי ער וואָלט געווען אויף דער ערד; דאָס גלייך־פאַרשנעלערטע פאַלן פון די קייקלעך און פון אַלע אַנדערע קערפּערס צו דעם דיל; דער פאַרשנעלערטער פּאַראַבאָל־פלי פון דער קויל — אַלץ שפּילט זיך דאָ אָפּ אַזוי, אַקוראַט ווי דער קאַסטן וואָלט געשטאַנען אין רו ערגעץ־וווּ אויף אַ פעסטן קראַפט־פעלד, אונטער דער ווירקונג פון אַ שווער־קראַפט.

צו וועלכן רעזולטאַט דאַרף דעריבער קומען דער פאָרשער? אויב ער קאָן זיך נישט פאָרשטעלן, אַז אַ „וועזן פון אַן אומגלייכגילטיקער אַרט" ציט זיין קאַסטן אין דער הויך, מוז ער קומען צו דעם שלוס, אַז אונטער זיין וווינונג האָט זיך אונטער־

געדרוקט אַ קראַפט-פעלד און אַז ער האָט דאָ צו טאָן מיט די דערשיינונגען פון אַ שווער-קראַפט.

און, לויט איינשטיינען, האָט ער אַ פול טעאָרעטיש רעכט צו מאַכן אַזאַ שלוס, ווייל אויך די אַזוי אָנגערופענע שווער-קראַפט איז נישט קיין אַבסאָלוטע נאַטור-דערשיינונג, נאָר אַ רעלאַטיווע. אויב ס׳איז אָבער אַזוי, איז שוין נישטאָ קיין אַבסאָלוטער קעגנזאַץ צווישן אינערציאַלע, גאַלילעאישע באַוועגונגען און פאַרשנעלערטע, וואָס קומען פאָר אונטער דער ווירקונג פון אַ שווער-פעלד. אויך אָט די צוויי גרונט-אַרטן פון באַוועגונגען ווערן רעלאַטיוו און קאָנען זיך פונקט אַזוי גוט אויסבייטן מיט זייערע ערטער, ווי די רעלאַטיווע רו און די רעלאַטיווע באַוועגונג.

אַמקלאָרסטן קומט אָט דער געדאַנק אַרויס, ווען מיר שטעלן אָן אונזער אויפמערקזאַמקייט אויף די צוויי „אין לופטן״ רוענדיקע קייקלעך און אויף דעם פלי פון דער אַריינגעשאָסענער קויל. אין דעם ערשטן פאַל האָבן מיר צו טאָן מיט דער רעלאַטיוויטעט פון רו און באַוועגונג. ביידע זענען רעלאַטיוו. לגבי דעם צוקוקער אין דעם רוענדיקן רעלאַציע-קערפער, וועלכן מיר האָבן צוערשט אַריינגעבראַכט אין אונזער גאַלילעאישן וועלט-חלל, געפינען זיך די קייקלעך אין אַ צושטאַנד פון רעלאַטיווער רו; לגבי דעם פאָרשער, וואָס זעט, ווי זיי פאַלן צו דער ערד, ווייל ער טראָגט זיך מיט זיין קאַסטן אַרויף, זענען זיי אין אַ צושטאַנד פון רעלאַטיווער באַוועגונג. דער פלי פון דער קויל איז לגבי דעם ערשטן צוקוקער אַ ריין-אינערציאַלע באַוועגונג, וואָס טראָגט דעם קערפער גלייכמאָסיק און גלייכליניק. לגבי דעם פאָרשער איז דערזעלביקער פלי אַ פּראָדוקט פון אינערציע און שווערקייט, וואָס מאַכט, אַז די באַוועגונג זאָל זיך פאָרלויפיק אויסבויגן אין אַ פאַראַבאָל און זאָל פאַרשנעלערט ווערן פון מאָמענט צו מאָמענט.

אויף דעם סמך פון אָט אַזעלכע באַטראַכטונגען שטעלט איינשטיין אויף זיין רעוואָלוציאָנירנדיקע „עקוויוואַלענץ-טעאָריע״, וואָס זאָגט, אַז די פיזיקאַלישע דערשיינונגען פון דער

שווער-קראַפט זענען דיזעלביקע, ווי די דערשיינונגען פון אינער-ציאַלע באַוועגונגען, אויב זיי זענען נאָר לגבי אַ געוויסן צוקו-קער פאַרשנעלערטע.

אָבער — ווי קאָן אַן אינערציאַלע באַוועגונג זיין אַ פאַר-שנעלערטע? האָבן מיר דען אויבן נישט געזאָגט בפירוש, אַז אַ גאַלילעאישע אינערציאַלע באַוועגונג מוז זיין אי גלייכמאָסיק, אי גלייכליניק? יאָ, אַן אַבסאָלוטע גאַלילעאישע באַוועגונג, וואָס ווערט געמאָסטן לגבי דעם אַבסאָלוט-ליידיקן וועלטן-רוים, אָבער אַזאַ אַבסאָלוטע גאַלילעאישע באַוועגונג איז גאָר במציאות נישטאָ, ווייל — ווי מיר ווייסן שוין פון די פריערדיקע קאַפּיט-לען — איז אין ערגעץ נישטאָ קיין אַבסאָלוט-ליידיקער רוים. נעמט מען אָבער די אינערציאַלע באַוועגונג רעלאַטיוו, קאָן מען אויך זי אויפנעמען ווי אַ פאַרשנעלערטע און אַ נישט-גלייכליניקע.

אַ ביישפּיל פון אַזאַ אינערציאַלער באַוועגונג איז די קרייז-באַוועגונג פון אַ גאָר, וואָס דרייט זיך אַרום זיין אייגענער אַקס. די באַוועגונג ווערט געטראָגן פון דער אינעוויניקסטער אינערציע פון דעם גאָר. אין פאַרגלייך מיט איר אייגענעם לויף-וועג איז זי גלייכמאָסיק, ווייל אין יעדן מאָמענט לויכט דער גאָר דורך דעמזעלביקן מהלך פון זיין קרייז. אָבער אין פאַרגלייך מיט אַ גלייכליניקער באַוועגונג איז די קרייז-באַוועגונג אַלע מאָל אַ „פאַרשנעלערטע”. ווייל זי לייגט תמיד אָן „וועג”, כדי שטענדיק צו קאָנען פאַרבייטן איר ריכטונג פון אַ גלייכער ליניע אויף אַ קיילעכדיקער.

הייסט עס, אַז אינערציאַלע באַוועגונגען מוזן נישט דווקא זיין גלייכמאָסיק און גלייכליניק: און אומעטום ווו מיר האָבן צו טאָן מיט אַזעלכע פאַרשנעלערטע אינערציאַלע באַוועגו-נגען, באַמערקן מיר דיזעלביקע דערשיינונגען, ווי די, וואָס קומען פאָר אונטער דער ווירקונג פון אַ שווער-קראַפט. *)

---

*) איך וויל דאָ אויפמערקזאַם מאַכן דעם לייענער גראָד אויף די דערשיינונגען פון דער גאָר-באַוועגונג אין אַ זשיראָסקאָפּ, און אויף די אינטערעסאַנטע צוציאונגס-דערשיינונגען, וואָס קומען דערביי פאָר.

און ווען מיר געפינען אויס עקספּערימענטאַל, אַז די שווערע מאַסע פון אַ קערפּער איז אַלע מאָל גלייך צו זיין אינערציאַלער מאַסע, שטייט אונז גאָרנישט ניט אין וועג אָנצונעמען, אַז די אינערציאַלע ענערגיע און די שווער־קראַפט איז איין־און־דיזעלביקע זאַך, אָדער ווי איינשטיין פאָרמולירט דאָס אין זיין אויבן־געבראַכטער משנה: „דיזעלביקע קוואַליטעט פון אַ קערפּער ווייזט זיך אַרויס לויט די אומשטענדן אָדער ווי „אינערציע״, אָדער ווי „שווערקייט״.

דער ביישפּיל מיט דעם קאַסטן גיט אונז אויך צו דער־קלערן, פאַר וואָס אַלע קערפּערס פאַלן גלייך שנעל צו דער ערד. זיי „פאַלן״ גלייך שנעל, ווייל זיי „געפינען זיך אין רו״ אויף דעמזעלביקן מהלך פון איר. מיט אַנדערע ווערטער: זיי טוען דאָס דערפאַר, ווייל דאָס אַלגעמיינע נאַטור־געזעץ, וואָס באַ־הערשט זייער צושטאַנד פון רו און באַוועגונג, איז אַזאַ, אַז עס איז קיין נפקא מינה ניט, צי מען זאָל אָננעמען, אַז די ערד רוט און זיי באַוועגן זיך צו איר, אָדער אַז זיי רוען און די ערד באַוועגט זיך צו זיי.

איך האָב אויבן אָנגערופן דעם געדאַנק אַ רעוואָלוציאָנירנדיקן געדאַנק.

און אין דער אמתן. אויב „שווערקייט״ און „אינערציע״ איז איין און דיזעלביקע זאַך, דעמאָלט מוזן אַלע דערשיינונגען, וואָס אויף זייער דערקלערונג ווענדן מיר אָן די היפּאָטעזע פון שווער־קראַפט, קאָנען דערקלערט ווערן מיט דער הילף פון דער אינערציאַלער באַוועגונג אַליין.

די ערד דרייט זיך אַרום דער זון. מיר דערקלערן אָט די קרייז־באַוועגונג (אָדער ריכטיקער עליפּטישע באַוועגונג) ווי אַ פּראָדוקט פון דער וועלט־גראַוויטאַציע, וואָס מאַכט, אַז די זון זאָל צוציען די ערד צו זיך, צו איר צענטער. און אַזוי ווערן דערקלערט אַלע באַוועגונגען פון די הימל־קערפּערס, זינט ניוטאָנען.

אויב אָבער „שווערקייט״ און „אינערציע״ זענען איין און דיזעבילקע זאַך, דעמאָלט מוזן מיר די היפּאָטעזע פון וועלט־

גראַוויטאַציע פאַרבייטן אויף דעם פרינציפּ פון וועלט-ענערגיע, וועלט-אינערציע, און די גאַנצע אַסטראָנאָמיע דאַרף אַוועקגעשטעלט ווערן אויף אַ נייעם טעאָרעטישן יסוד. און דער יסוד דאַרף זיין אַזאַ, וואָס זאָל אונז דערקלערן, ווי אַזוי די ערד דרייט זיך אַרום דער זון אויס אַ ריין אינערציאַלער קראַפט, אָן אַ ברעקל דירעקטער איינווירקונג אויף איר מצד דער זון; ווי אַזוי זי קייקלט זיך פון זיך אַליין איבער איר עליפּטישער אָרביטע, לויט דעמזעלביקן גרונט-געזעץ, וואָס וואָלט געמאַכט, אַז אַ וועלכע עס איז מאַסע, איינמאָל זיך אָנגעהויבן צו באַוועגן, וואָלט זיך אַליין געטראָגן אין אַ געוויסער ריכטונג, אַ דאַנק איר אינעווייניק-אָנגעשפּייכלערטער אינערציאַלער קראַפט. און דאָס אייגענע בנוגע צו דער באַוועגונג פון אַלע אַנדערע הימל-קערפּערס, אין רעלאַציע איינער צו דעם אַנדערן.

און דאָס איז עס טאַקע, וואָס איינשטיין וויל אַרויסברענגען מיט זיין אַלגעמיינער רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע, ווי מיר וועלן דאָס זען אין דעם נאָנטסטן קאַפּיטל.

דאָ אָבער מוזן מיר, צום שלוס פון דער איצטיקער באַטראַכטונג וועגן דער „עקוויוואַלענץ-טעאָריע", — וועלכע מיר גיבן איבער, פאַרשטייט זיך, נאָר אין אירע גרעבסטע אומריסן,— אָפּשטעלן זיך אויף אַ ווײַלע אויף איין-איינציקער קאָנסעקווענץ אירער, וואָס האָט אַ שייכות צו אַן איינצלנעם פונקט פון דער לערע, אָבער וואָס האָט אַרויסגערופן די גרעסטע סענסאַציע אין דער וויסנשאַפטלעכער וועלט.

לאָמיר זיך דערמאָנען די מעשה מיט דער קויל, וואָס איז אַריינגעשאָסן געוואָרן אין דעם „קאַסטן" און וואָס האָט דורכגעלעכערט זיינע ביידע ווענט. מיר האָבן געזען, אַז דאָ האָט אַ ריין-אינערציאַלע באַוועגונג זיך פאַרוואַנדלט אין אַ שווער-קראַפט-באַוועגונג, ווייל אויב שווער-קראַפט און אינערציע איז איין-און-דיזעלביקע זאַך האָבן מיר טאַקע אַ רעכט צו זאָגן, אַז די באַוועגונג פון דעם קאַסטן האָט דורך איר אינערציע באַשאַפן שווער-קראַפט-דערשיינונגען.

אויב דאָס איז אַן אַלגעמיין נאַטור-געזעץ און אויב די

אַלגעמיינע רעלאַטיוויטעט פון באַוועגונגען איז ריכטיק, דעמאָלט מוזן שווער־קראַפט און אינערציע זיך אומעטום קאָנען בייטן מיט זייערע ערטער.

דערפון איז געדרונגען, אַז אויב אַ ריין־אינערציאַלע באַוועגונג, וואָס ווייזט נישט אַרויס קיין ברעקל סימן פון שווערקייט אין זיך, טראָגט זיך פאַרביי אין דעם וועלטן־רוים פאַרביי אַ פעלד פון שווער־קראַפט (אַ רעלאַטיוו פעלד, פאַרשטייט זיך), מוז די אינערציאַלע באַוועגונג אַליין ווערן ש ו ו ע ר, לגבי יענעם קראַפט־פעלד, זי מוז זיך א ו י ס ב ו י ג ן אין איר לויף לויט געוויסע געזעצן, וועלכע מען קאָן מאַטעמאַטיש אויסרעכענען, ווען מען ווייס די אינטענסיטעט (די שטאַרקייט) פון דעם קראַפט־פעלד.

די באַוועגונג פון ל י כ ט ־ ש ט ר אַ ל ן איז אַזאַ אינערציאַלע באַוועגונג, וואָס טראָגט זיך, ווי מען נעמט אָן, אין אַ ווירע־גלייכער ליניע אָן אַ ברעקל סימן פון שווערקייט אין זיך. אויב אָבער די נאָר וואָס געצויגענע קאָנסעקווענץ איז אַ ריכטיקע, מוז אויך אַ ליכט־שטראַל, ווען ער פליט פאַרביי אַ שווער־פעלד, זיך אָפּבויגן פון זיין וועג און פליען אין אַן אויסבויג. ווען אָנשטאָט דער קויל אין אונזער „קאַסטן", וואָס טראָגט זיך אַרויף צו, וואָלט דורכגעפלויגן אַ ליכט־שטראַל, וואָלט ער זיך דאָך אויך געמוזט רעלאַטיוו אויסבויגן, פונקט ווי די קויל.

אין אונזער טאָג־טעגלעכער דערפאַרונג האָבן מיר צו טאָן מיט זייער שוואַכע קראַפט־פעלדער. דער ליכט־אויסבויג מוז דערביי זיין אַזאַ מינימאַלער, אַז מיט קיינע מעסט־אינסטרומענטן קאָנען מיר אים נישט אויסגעפינען. אָבער אויפן הימל זענען דאָ קראַפט־פעלדער פון שטאַרקער אינטענסיטעט, ווי צ. ב. דאָס קראַפט־פעלד, וואָס ווערט באַשאַפן דורך דער מאַסע פון דער זון. פאַרביי דער זון פליען פאַרביי ליכט־שטראַלן פון פאַרשיידענע שטערן, וואָס שטייען נעבנטער צו איר. דער אויסבויג פון זייער וועג דאַרף שוין זיין אַזוי גרויס, אַז מען זאָל אים קאָנען באַמערקן פון דער ערד. איינשטיין האָט אויסגערעכנט, ווי גרויס דער אויסבויג דאַרף זיין און האָט אויפגעוויזן, אַז פאַראמתן

זיין אויסרעכענונג וואָלט מען געקאָנט אין אַ צייט פון אַ פולער זון-פינסטערניש (ליקוי חמה). דעם 30-טן מאַי, 1919, ווען אַזאַ ליקוי חמה איז פאָרגעקומען אין אַ געוויסן פלאַץ אויף דער ערד, האָט אַן ענגלישע עקספּעדיציע ספּעציעל געאַרבעט, כדי אויסצוגעפינען, צי איינשטיינס טעאָריע שטימט מיט דער ווירקלעכקייט, אָדער נישט.

די עקספּעדיציע האָט אַראָפּגענומען פאָטאָגראַפיעס פון דעם הימל מיט די שטערן, וואָס שטייען נאָענט צו דער פאַרפינסטערטער זון, און דערנאָך האָט זי אַראָפּגענומען פאָטאָגראַפיעס פון דיזעלביקע שטערן (זיבן אין צאָל), ווען די זון איז שוין געווען ווייט פון זיי. און נאָך די פינקטלעכסטע אויסמעסטונגען פון די פאָטאָגראַפיעס האָט זיך אַרויסגעשטעלט, אַז די שטערן זענען געשטאַנען ווייטער איינער פון דעם אַנדערן אין דער צייט פון דער ליקוי חמה, איידער שפּעטער, ווען מען האָט זיי פאָטאָגראַפירט, בעת די זון איז שוין נישט געווען נאָענט צו זיי. לויט אָט די וויסקייטן האָט מען געקאָנט פינקטלעך אויסרעכענען דעם אויסבויג פון זייערע שטראַלן, וואָס זענען געפלויגן צו אונז פאַרביי דער זון, און עס האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז דער ליכט-אויסבויג איז פאַר יעדן שטערן געווען פונקט אַזאַ, ווי דער, וועלכן איינשטיין האָט טעאָרעטיש אויסגערעכנט.

די וויסנשאַפטלעכע וועלט האָט אין דעם דערזען אַ שטאַרקן באַווייז פאַר זיין „עקוויוואַלענץ"-טעאָריע און פאַר דער אַלגעמיינער רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע בכלל.

די באַטראַכטונג פון די אויסגעבויגענע זון-שטראַלן בעת דער זון-פינסטערניש האָט גלענצנדיק פאַראמתט יענע אַסטראָנאָמישע חשבונות איינשטיינס, וואָס זענען געווען אויפגעבויט אויף זיין „עקוויוואַלענץ"-טעאָריע, ממילא ווערט אויך די גאַנצע טעאָריע אָנגענומען איצטער, ווי אַ וויסנשאַפטלעך-איינגעפונדעוועטע.

דער גרונט-געדאַנק פון דער טעאָריע באַשטייט אָבער אין דעם, וואָס עס ווערט אָפּגעשאַפט דער דואַליזם פון אינערציאַלער באַוועגונג און גראַוויטאַציע-באַוועגונג. אינערציע און

שווער-קראַפט ווערן ביידע פאַררעלאַטיווירט און דורך דעם גופא ווערט אַרויסגעבראַכט זייער איינהייטלעכקייט. איין-און-דיזעלביקע באַוועגונג קאָן באַטראַכט ווערן פון איין שטאַנדפונקט, ווי אַן אינערציאַלע, און פון אַן אַנדער שטאַנדפונקט, ווי אַ גראַוויטאַציאָנאַלע.

דאָס איז אַן אַלגעמיין-פיזיקאַליש געזעץ, וואָס מוז קאָנען אָנגעווענדט ווערן אויף אַלע איינצל-פאַלן. אויך אין דעם פאַל פון דעם רייזנדן, וואָס רעכנט, אַז זיין וואַגאָן געפינט זיך אין רו און אַז באַוועגן טוט זיך נאָר די דאַמבע מיט דער ערד אונטער איר, און וואָס דערשפּירט פלוצלונג ווי זיין קערפּער טוט זיך אַ רוק פאָראויס, ווי נאָר דער וואַגאָן ווערט פאַרהאַמעוועט, קאָנען מיר אָנווענדן דעמזעלביקן רעלאַטיוויטעטס-געדאַנק.

„קיינער", זאָגט איינשטיין, „צווינגט אים נישט אָנצונעמען, אַז זיין רוק שטאַמט פון דעם, וואָס די באַוועגונג פון דעם וואַגאָן איז „ווירקלעך" פאַרשנעלערט געוואָרן. זיין איבערלעבעניש קאָן ער אויך אויסטייטשן אַזוי: „מיין רעלאַציע-קערפּער (דער וואַגאָן) בלייבט כסדר אין רו. אָבער בעת דעם פעריאָד פון דעם פאַרהאַמעווען הערשט בנוגע צו דעם וואַגאָן אַ שווערקייטס-פעלד, וואָס איז פאַרענדערלעך אין דער צייט און וואָס ווירקט אין דער ריכטונג צו פאָרנט-צו. אונטער אָט דער ווירקונג באַוועגט זיך די דאַמבע אינאיינעם מיט דער ערד אומגלייכמאָסיק אויף אַזאַ אופן, אַז זייער פריערדיקע געשווינדקייט, מיט וועלכער זיי האָבן זיך געטראָגן אַהינטער-צו, ווערט אַלץ קלענער. אָט דאָס שווערקייטס-פעלד רופט אויך אַרויס דעם רוק פון דעם צוקוקער" *) (צו פאָרנט-צו).

די פאַררעלאַטיווירונג פון אינערציאַלע און שווערקראַפט-באַוועגונגען צווינגט אונז אָבער אַנדערש צו פאָרמולירן זייער מהות. מיר קאָנען שוין נישט זאָגן, ווי דאָס האָט געטאָן גאַלילעי, אַז אַן אינערציאַלע באַוועגונג איז אַלע מאָל אַ גלייכמאָסיקע אין איר געשווינדקייט און אַ גלייכליניקע אין איר ריכטונג.

---

*) אלגעמיינפאַרשטענדלעך. ז. 48.

מיר האָבן שוין דעם פונקט באַרירט אויבן. פון דער אַנדער זייט מוז אויך אַ שווער־קראַפט־באַוועגונג נישט דוקא זיין אַזאַ, ווי מיר באַמערקן זי אויף דער ערד און אין די דערשיינונגען פון דעם הימל, ד. ה. נישט דוקא אַזאַ, וואָס פאַרשנעלערט זיך אַלץ מער, וואָס מער דער קערפּער דערנענטערט זיך צו דעם צענטער פון דעם גראַוויטאַציע־פעלד. אומעטום, ווו מיר האָבן אַ פאַר־שנעלערטע באַוועגונג, — אין וואָס פאַראַ פאָרם זי זאָל נישט זיין, — אין פאַרגלייך צו אַ וועלכער עס איז רעלאַטיוו רוענדיקער סיס־טעם, קאָנען מיר זי באַטראַכטן, ווי אַ גראַוויטאַציע־באַוועגונג, ממילא קאָנען מיר זיך פאָרשטעלן אויך אַזאַ שווער־קראַפט־פעלד, ווו די גראַוויטאַציע־באַוועגונג ווערט אַלץ גרעסער, וואָס מער דער קערפּער דערווייטערט זיך פון דעם פעלדס צענטער.

די וויסנשאַפטלעכע אויפגאַבע, וואָס וואַקסט דערפון אַרויס, באַ־שטייט אין דעם, אויסצוגעפינען יענץ אַלגעמיינעס געזעץ פאַר גראַוויטאַציע, וואָס זאָל קאָנען אַרומנעמען אַלע מעגלעכע פאַלן, סיי די, וואָס זענען אויסגעשטודירט געוואָרן פון ניוטאָנען, סיי די, וואָס קאָנען קינסטלעך צוגעטראַכט ווערן.

אין דער אונטערזוכונג פון יענע קינסטלעך־צוגעטראַכטע פאַלן איז איינשטיין געצווונגען געוואָרן אַריינצוטראָגן אַ נייעם באַגריף וועגן דעם בוי פון דעם וועלט־רוים.

כדי דאָס צו דערקלערן לאָמיר אָננעמען אַזאַ פאַל.

ערגעץ־ווו „אין די ווייטע הימלס־רוימען", ווו עס זענען נאָך נישטאָ קיין שווערקייטס־פעלדער, הענגט „פון אויבן אַראָפּ אַ שטאַנג", *) וואָס געפינט זיך תמיד אין רו.

*) דער לייענער טאָר נישט פאַרגעסן, אַז די באַצייכענונג „פון אויבן אַראָפּ" איז אַ ריין רעלאַטיווע מיר ברענגען זי אָבער דאָ אַריין, כדי לייכטער צו מאַכן די פאָרשטעלונג פון דעם געדאַנקלעכן עקספּערימענט. „פון אויבן אַראָפּ" הייסט דאָ הייסן: „אין רעלאַציע צו דעם לייענער". מיר מוזן אָבער דערביי אויסנעמען דעם תנאי, אַז דער לייענער, ווי אַ „רעלאַציע־קערפּער", זאָל בלייבן דאָ, אין דער פוס־נאָטע, און נישט קריכן אין טעקסט אַריין, ווייל מיר וועלן זיין חשובע צוזעענישן נישט אַריינציען אין חשבון. זש.

אויף דער שפּיץ פון דער שטאַנג אויבן איז צוגעהעפט אַ קאַלאָסאַל־גרויסער ברעטערנער קרייז, וואָס קאָן זיך דרייען אַרום זיין אייגענעם צענטער.

איין צוקוקער האַלט זיך אויף אונטער דעם קרייז ביי דעם רוּענדיקן שטאַנג, אַ צווייטער אויבן אויף דעם קרייז. כל זמן דער קרייז איז אין רו, איז נישטאָ קיין סימן פון אַ וועלכן עס איז שווער־פעלד. אָבער אָט האָט זיך דער קרייז גענומען דרייען אַרום זיין אַקס מיט אַ גלייכמאָסיקער געשווינדקייט. אויב דער אויבערשטער צוקוקער זיצט נישט אין צענטער פון דעם קרייז, נאָר נענטער צום ברעג, וועט ער דערביי דערשפּירן, ווי אויף אים ווירקט אַ געוויסע קראַפט. די קראַפט טראָגט זיך „ראַדיאַל״, דאָס הייסט, אין דער ריכטונג פון די ראַדיוסן, פון יענע ליניעס, וואָס פאַרבינדן דעם צענטער פון דעם קרייז מיט יעדן פּינטל פון זיין ברעג. און זי טראָגט זיך פ ו ן דעם צענטער צו דעם ברעג אַזוי, אַז וואָס ווייטער פון דעם צענטער, ווערט זי אַלץ שטאַרקער.

וואָס איז דער מהות פון אָט דער קראַפט ? דער ערשטער צוקוקער, וואָס ביי דעם רוּענדיקן שטאַנג, וועט אויסטייטשן די קראַפט, ווי אַ ווירקונג פון א י נ ע ר צ י ע. ער וועט זי אָנרופן די „צענטריפוגאַל־קראַפט״. מוז דאָס אָבער אַזוי אויך דענקען דער צווייטער צוקוקער, וואָס דרייט זיך אינאיינעם מיט דעם קרייז ? איינשטיין זאָגט, אַז נישט. ער האָט אַ רעכט צו באַטראַכטן דעם קרייז, ווי אַ ר וּ ע נ ד י ק ן קערפּער, און ממילא וועט די קראַפט, וואָס ווירקט אויף אים (און אויף אַלע אַנדערע קערפּערס, וואָס וואָלטן זיך געדרייט אינאיינעם מיט דעם קרייז), זיין פאַר אים אַ ש וו ע ר ־ ק ר אַ פ ט, אַרויסגעשטראַלט פון דעם „גראַוויטאַציע־פעלד״, דעם קיילעכדיקן ברעט.

„ס׳איז אמת״, באַמערקט דערביי איינשטיין, „אַז די רוימ־לעכע פאַרטיילונג פון אָט דעם גראַוויטאַציע־פעלד איז דאָ אַזאַ, וואָס וואָלט געווען אוממעגלעך לויט ניוטאָנס גראַוויטאַציע־טעאָריע״ (ווייל דאָ פאַרשווינדט דאָס פעלד אין דעם צענטער פון דעם ברעט, און וואַקסט אָן פּראָפּאָרציאָנעל מיט דעם מהלך

פון דעם צענטר). „אָבער, אַזוי ווי דער צוקוקער גלויבט אין דער אַלגעמיינער רעלאַטיוויטעט, שטערט דאָס אים נישט. ער האַפט מיט רעכט, אַז עס לאָזט זיך אויפשטעלן אַן אַלגעמיין גראַוויטאַציע-געזעץ, וואָס וועט ריכטיק דערקלערן נישט נאָר די באַוועגונג פון די שטערן, נאָר אויך יענץ קראַפט-פעלד, פון וועלכער ווערט דאָ געוואָר".

אָט דער צוקוקער, דערציילט אונז ווייטער איינשטיין, עקספערימענטירט אויף זיין קרייז-ברעט מיט זייגערס און מאָסשטאַנגען, כדי אַרויסצוברענגען אויף דעם סמך פון זיינע אויסמעסטונגען און אויסרעכענונגען פינקטלעכע דעפיניציעס וועגן די רוימלעכע און צייטלעכע דאַטן בנוגע צו זיין קרייז-ברעט. צו וועלכע רעזולטאַטן וועט ער דערביי קומען?

קודם שטעלט ער אַוועק צוויי גלייכאָנגעשטעלטע „סינכראָנע" זייגערס: איינעם אין דעם מיטלפונקט פון דעם קרייז-ברעט, דעם אַנדערן — ביי איר ברעג (אויף דער פעריפעריע). ביידע זייגערס געפינען זיך אין רו לגבי דעם זיך-דרייענדיקן קרייז. ווי דאַרפן די זייגערס גיין פון דעם שטאַנדפונקט פון דעם צוקוקער, וואָס רוט ביי דער שטאַנג?

אויפֿ דער לייענער געדענקט נאָך די רעזולטאַטן פון דער ספעציעלער רעלאַטיוויטעטס-לערע, איז אים נישט שווער צו פאַרענטפערן די שאלה. דער זייגער ביי דעם צענטר געפינט זיך פאַר אים אין רו, בעת דער זייגער ביי דער פעריפעריע געפינט זיך אין באַוועגונג. אַ באַוועגטער זייגער גייט אָבער לאַנגזאַמער לגבי אַ רוענדיקן, ווייל זיין „צייטלעכקייט" ווערט פאַרגרעסערט לויט דער לאָרענץ-פאָרמול.

צו דעמזעלביקן רעזולטאַט וועט אויך מוזן קומען דער צוקוקער אויף דעם קרייז. ער וועט באַמערקן, אַז וואָס נענטער ער רוקט-צו דעם ברעג-זייגער צו דעם מיטלפונקט, אַלץ שנעלער הויבט ער אָן צו גיין. דערפון וועט ער אַרויסברענגען דאָס אַלגעמיינע געזעץ, אַז „אויף אונזער קרייז-ברעט און אין יעדן גראַוויטאַציע-פעלד בכלל וועט אַ זייגער גיין ראַשער אָדער

לאַנגזאַמער, עס ווענדט זיך אָן דעם אָרט, אין וועלכן ער איז איינגעפּלאַצירט אין אַ צושטאַנד פון רו״.

אָבער אָט־אָ־דאָס געזעץ פאַרפלאָנטערט זייער שטאַרק די „צייטלעכקייט״־חשבונות, וועלכע מיר האָבן אויפגעשטעלט אין דער ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע. דאָרטן האָבן מיר געפונען, אַז אַלע סינכראָנע זייגערס אין אַ רעלאַטיוו־רוענדיקער סיסטעם גייען אין אַ גלייכן טעמפּ; אַז אַלע זייגערס אין אַ זיך־רעלאַטיוו באַוועגנדיקער סיסטעם גייען אויך אין אַ גלייכן טעמפּ צווישן זיך; אַז אַ נפקא מיניה אין דער צייט באַווייזט זיך נאָר דעמאָלט, ווען מען פאַרגלייכט די „צייטלעכקייט״ פון דער רוענדיקער סיסטעם מיט דער „צייטלעכקייט״ פון דער באַוועגטער.

דאָ, ביי די זייגערס אויף דעם קרייז־ברעט, באַגעגענען מיר זיך מיט אַ גאַנץ אַנדער דערשיינונג. לאָז זיין, אַז מיר האָבן אַ גאַנצע טוץ זייגערס אויסגעשטעלט אין דער לענג פון דעם ראַדיוס. זיי אַלע רוען רעלאַטיוו צו דעם קרייז־ברעט, האָבן זיי אַלע געדאַרפט אָנגעבן איין־און־דיזעלביקע צייט, און פונדעסטוועגן ווייזן זיי נישט איין־און־דיזעלביקע צייט, נאָר פאַרשיידענע צייטן, וואָס נענטער דער זייגער שטייט צו דער פּעריפעריע, אַלץ לאַנגזאַמער גייט ער.

דערפון איז געדרונגען, אַז די צייט־מאָסן פון אַ שווער־פעלד ווערן באַהערשט פון גאַנץ אַנדערע געזעצן, איידער די צייט־מאָסן אין אַ „גאַלילעאישער״ סיסטעם, — ד. ה., אין אַזאַ, וואָס געפינט זיך אין רו, אָדער וואָס געפינט זיך אין אַ גלייכמאָסיקער, שנור־גלייכער באַוועגונג לגבי דער רוענדיקער.

נאָך פאַרפלאָנטערטער ווערן די שוועריקייטן, וואָס וואַקסן אַרויס, ווען מען גייט איבער צו די רוים־מאָסן.

מיר האָבן געזען, אַז אין אַ „גאַלילעאישער״ סיסטעם בייטן זיך די רוים־מאָסן נאָך דעם צושטאַנד אין וועלכן זיי געפינען זיך. אַ מעטער אין באַוועגונג איז קירצער, איידער אַ מעטער אין רו, ווען מען פאַרגלייכט דעם באַוועגטן מיט דעם רוענדיקן. אָבער אַלע מעטערס אין רו זענען צווישן זיך גלייך, און אַלע מעטערס אין באַוועגונג זענען אויך גלייך צווישן זיך.

ממילא קאָנען אין „גאַלילעאישע" סיסטעמען (סיי אין די רונדיקע, סיי אין די באַוועגטע) דורכגעפירט ווערן און באַוויזן ווערן אַלע יענע געזעצן וועגן רוימלעכקייט און רוימלעכע פיגורן, וואָס זע-נען אויסגעשטודירט געוואָרן אין דער געאָמעטריע און וועל-כע שוין אויקליד האָט צונויפגעבראַכט אין אַ וויסנשאַפט-לעכער לאָגישער סיסטעם. סיי אין אַ רוענדיקער, סיי אין אַ גאַ-לילעאיש-באַוועגטער סיסטעם קאָנען באַוויזן ווערן די יסודות פון דער אויקלידישער געאָמעטריע: אַז דער קירצסטער מהלך צווישן צוויי פונקטן איז אַ שנור-גלייכע ליניע, אַז צוויי פּאַראַלעלע ליניעס קאָנען זיך נישט באַגעגענען אין ענדלעכע רוימען; אַז ווען מען צעטיילט די לענג פון אַ קרייז-פעריפעריע אויף דער לענג פון דעם דיאַמעטער, וועט מען אַלע מאָל באַקומען איין און דיזעלביקע צאָל, עס מאַכט נישט אויס, ווי גרויס דער ראַ-דיוס פון דעם קרייז זאָל נישט זיין; אַז אָט די צאָל (די „צאָל פּי") איז אַלע מאָל די גרויס דריי מיט פערצן הונדערטל מיט עפּעס (3,14).

ווילן מיר אָנווענדן אָט די כללים פון דער אויקלידישער געאָמעטריע אויף דעם ראָטירנדיקן קרייז-ברעט, זעען מיר, אַז זיי פאַרלירן זייער וויסנשאַפטלעכע פינקטלעכקייט און איינדייטלעכקייט.

נעמען מיר „די צאָל פּי". מיר בעטן דעם צוקוקער, וואָס געפינט זיך אין דער „גאַלילעאישער סיסטעם", ביי זיין רוענדיקן שטאַנג, ער זאָל אויסגעפינען אָט די צאָל פאַר דער זיך-באַ-וועגנדיקער קרייז-ברעט. מיר ווענדן זיך מיט דער בקשה נישט צו דעם אויבערשטן צוקוקער, ווייל ער באַוועגט זיך דאָך אויך אינאיינעם מיט דער קרייז-ברעט, און מיר דאַרפן אויסגעפינען דעם אונטערשייד (אויב אַזאַ אונטערשייד איז פאַראַן) צווישן „ראָטירנדיקער געאָמעטריע" און אַ געוויינלעכער.

דער צוקוקער, וואָס רוט אונטער דעם קרייז, וועט קודם כל דאַרפן אויסמעסטן די פּעריפעריע פון דער איבער אים זיך דרייענדיקער קרייז-ברעט, מיט זיין מאָסשטאַב, וואָס איז, זאָגן מיר, אַ סענטימעטער די לענג. די פעריפעריע דרייט זיך אָבער, ד. ה. זי באַוועגט זיך מיט אַ געוויסער געשווינדקייט. לויט די

געזעצן פון דער ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס-לערע, דאַרף אין אַזאַ פאַל דער צענטימעטער ווערן קירצער, ווייל ער וועט זיך דרייען אינאיינעם מיט דער פּעריפעריע אין דער ריכטונג פון איר באַוועגונג. ווען ער וועט אָבער אָנווענדן דעמ-זעלביקן מאָסשטאַב אויף אויסצומעסטן דעם דיאַמעטער, וועט אַזאַ פאַרקירצונג נישט פאָרקומען, ווייל די „לאָרענץ-טראַנספאָר-מאַציע״ האָט אונז געלערנט, אַז די מאָסן, וואָס ליגן נישט אין דער ריכטונג פון דער באַוועגונג, ווערן נישט פאַרקירצט. צעטיילט ער נאָכדעם די גרעסערע צאָל פאַרקירצטערע סענטימעטערס פון דער פּעריפעריע אויף דער גלייכגעבליבענער צאָל סענטימעטער פון דעם דיאַמעטער, מוז ער באַקומען אַ גרעסערע צאָל איי-דער די אויקלידישע „צאָל פּי״.

ווייטער. מיר האָבן געזען, אַז די „צאָל פּי״ איז אין דער אויקלידישער געאָמעטריע אַ „קאָנסטאַנטע גרויס״, ד. ה., אַז זי ענדערט זיך נישט מיט דעם ראַדיוס פון דעם קרייז. אין אַ „ראָטירנדיקער געאָמעטריע״ קאָן דאָס נישט זיין, ווייל וואָס גרע-סער דער ראַדיוס, אַלץ געשווינטער באַוועגט זיך די פּעריפעריע; ממילא ווערט אַלץ קירצער איר סענטימעטער און אַלץ גרעסער די „צאָל פּי״.

נאָך מער. אין אַ „ראָטירנדיקער געאָמעטריע״ פאַרלירט זיך דער עצם יסוד פון דער אויקלידישער: דער באַגריף פון אַ שנור-גלייכער ליניע. דאָרטן, ווו אַלץ דרייט זיך אין אַ קרייז, קאָן קיין רייד נישט זיין וועגן איר, ווען מען האָט אין זין, אַז ס׳איז נישטאָ קיין ליידיקער רוים, אין וועלכן דער קרייז באַוועגט זיך. דער רוים איז אין אים, און דרייט זיך מיט אים, ד. ה., פאַרלאָזט אַלע ווילע מיט אים דעם וועג פון אַ שנור-גליי-כער ליניע.

דערפון איז געדרונגען, אַז אַלע כּללים פון דער אויקלי-דישער געאָמעטריע קאָנען נישט גענומען ווערן אין זייער פּינקט-לעכקייט און פעסטקייט, ווען זיי ווערן אָנגעווענדט אויף אַ ראָטירנדיקער קרייז-ברעט און ממילא אויף אַ גראַוויטאַציע-פעלד בכלל.

אויב דאָס איז אָבער אַזוי, אויב מיר האָבן נישט אין די

הענט קיין פעסטע, זיכערע מאָסן, מיט וואָס צו מעסטן די רוים-לעכקייט און די צייטלעכקייט פון פיזיקאַלישע דערשיינונגען אין אַ גראַוויטאַציע-פעלד, ווי קאָנען מיר איבערהויפּט טראַכטן וועגן אויסגעפינען די אַלגעמיינע געזעצן, וואָס באַהערשן זיי?

„אַזוי לאַנג", זאָגט איינשטיין, „ווי קאָאָרדינאַטן און צייטן פון פּאַסירונגען זענען נישט דעפינירט, האָבן אויך די נאַטור-געזעצן, אין וועלכע די קאָאָרדינאַטן-צייטן קומען פאָר, נישט קיין פּינקטלעכע באַדייטונג. עס ווייזט אויס, אַז אַלע איבערטראַכטונגען, וואָס מיר האָבן ביז אַהער אַרויסגעבראַכט וועגן דער אַלגעמיינער רעלאַטיוויטעט, ווערן דורך דעם גופא אַוועקגעשטעלט אונטער אַ פראַגעצייכן" *)

איינשטיין פאַרלאָזט דעריבער אין זיינע פאָרשונגען דעם ענגערן שטאַנדפּונקט פון דער געוויינלעכער אויקלידישער געאָמעטריע און שטעלט זיך אַוועק אויף יענעם ברייטערן שטאַנדפּונקט, וועלכן די אַזוי־אָנגערופענע „פאַן-געאָמעטריע" האָט אויסגעאַרבעט, און וועלכע איז כולל אין זיך אַלע מעגלעכע רוים-לעכע געשטאַלטן און שייכותן.

די „פאַן-געאָמעטריע" איז אויסגעבויט געוואָרן אַ סך אַ סך פריער, איידער די רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע, אָבער אַ לאַנגע צייט האָט מען אויף איר געקוקט ווי אויף אַ ריין-מאַטעמאַטישער וויסנשאַפט, וואָס מעג נישט האָבן קיין ברעקל שייכות צו דער מעכאַניק און דער פיזיק. ס'איז אמת, אַז פיל פון די, וואָס האָבן אַוועקגעלייגט די יסודות און אויסגעפירט דעם בנין פון אָט דער נייער לערע, האָבן פאָרגעפילט, אַז זייערע ריין-מאַטעמאַטישע חשבונות קאָנען ווען עס איז זיין פון גרויסן ווערט פאַר דער נאַטור-וויסנשאַפט. אייניקע פון זיי האָבן אַפילו געפּרוווט מאַכן ע ק ס פּ ע ר י מ ע נ ט ן, כדי עמפּיריש צו פאַרגעוויסערן זיך, צי אונזער וועלט איז געבויט געוואָרן לויט די כללים פון דער אויקלידישער געאָמעטריע, אָדער אין איר יסוד ליגט אפשר אַ רוימלעכקייט פון אַ גאַנץ-אַנדער געשטאַלט.

---

*) אַלגעמיינפאַרשטענדלעך ז. 56.

אויב איך מאַך אָבער נישט קיין טעות, איז איינשטיין גע־ווען דער ערשטער, וואָס האָט קלאָר געמאַכט, אַז דער פּאָר־שריט פון דער נאַטורוויסנשאַפט פאָדערט, מען זאָל זיך אָפּזאָגן פון דער אַליינהערשאַפט, וועלכע די אויקלידישע געאָ־מעטריע האָט געהאַט ביז אַהער, און האָט אויך באַוויזן, אַז אין דער נאַטור קומען פאָר דערשיינונגען, וואָס לאָזן זיך בעסער און איינפאַכער דערקלערן, ווען מען נעמט אָן, אַז דער וועלטן־רוים איז נישט געבויט אויקלידיש, און אַז די כללים פון דער געוויינלעכער געאָמעטריע האָבן נאָר אַ באַגרענעצטן ווערט, נאָר פאַר דערשיינונגען, וואָס שפּילן זיך אָפּ אונטער געוויינלעכע באַ־גרענעצטע באַדינגונגען.

די נפקא מיניה צווישן אַן אויקלידישן רוים און אַ נישט־אויקלידישן זוכט איינשטיין צו „פּאָפּולאַריזירן“ אין אַ פּאָר פּאַראַגראַפן פון זיין „אַלגעמיינפאַרשטענדלעכער“ אַרבעט, מיט גאַנץ פּאָפּולערע ביישפּילן. מיר וועלן אָבער דאָ אַרויסלאָזן די גאַנצע חקירה, ווייל זי באַשעפטיקט זיך נישט מיט איינשטיינס גע־דאַנקען, נאָר מיט דער פאַן־געאָמעטריע — און נאָך מער דער־פאַר, ווייל צו פּאָפּולאַריזירן איינשטיינס פּאָפּולאַריזאַציע דאַרף פאַרנעמען אַ היפּשע ביסל פון אונזער געוויינלעכער אויקלידישער צוויי־דימענזיאָנאַלער רוימלעכקייט. אַגב וועלן מיר זיך נאָך מוזן באַגעגענען מיט איר, ווען מיר וועלן רעדן וועגן דעם דריטן טייל פון איינשטיינס לערע, זיינע „באַטראַכטונגען וועגן דער וועלט ווי אַ גאַנצעס“.

דאָ לאָמיר נאָר באַקאַנט ווערן מיט די הויפּטרעזול־טאַטן פון דער פאָרשונג, אויף וויפל זיי זענען נוגע אונזער ענין.

אין דער געוויינלעכער געאָמעטריע זענען פעסטע רוימלעכע געשטאַלטן, ווי צ. ב., אַ פּיראַמידע, אַ צילינדער, אַ קוב, — איינמאָל פאַר אַלעמאָל געגעבענע פיגורן. ווען איר האָט פאַר זיך, לאָמיר זאָגן, אַ קוב, קאָנט איר זיך נישט פאָרשטעלן, אַז זיין פיגור און זיין פאַרנעם זאָלן זיך איבערבייטן בלויז דערפון, וואָס ער הויבט זיך אָן צו באַוועגן, אָדער וואָס איר טראָגט אים אַריבער פון איין אָרט רוים אויף דעם אַנדערן. אין אַלע אַזעל־

בע ענדערונגען בלייבט דער קוב דאָס, וואָס ער איז געווען. די פּאַן-געאָמעטריע מאַכט אונז אָבער באַקאַנט מיט רוימלעכקייטן, וואָס האָבן אַזאַ טבע, אַז ווען איר פאַרענדערט אין זיי דעם אָרט פון דעם קוב, מוזן זיך דערביי איבערבייטן זיין פאָרם, זיינע מאָסן און זיין פאַרנעם.

איינשטיין געפינט אויס, אַז אויך אין די גראַוויטאַציע-פעלדער באַקומט די רוימלעכקייט אַזאַ טבע. אויך אין זיי קאָנען נישט געמאָלט זיין קיין אויף אייביק פאַרגליווערטע רוימלעכע געשטאַלטן. „פאַרגליווערטע קערפּערס מיט אויקלידישע אייגנשאַפטן זענען", זאָגט ער, „אין די גראַוויטאַציע-פעלדער נישטאָ". *)

מער וועגן דעם אין דעם נאָנטסטן קאַפּיטל.

---

*) ד. ג., ז. 66.

שווער־קראַפט ווערן ביידע פאַררעלאַטיווירט און דורך דעם גופא ווערט אַרויסגעבראַכט זייער *איינהייטלעכקייט*. איין-און-דיזעלביקע באַוועגונג קאָן באַטראַכט ווערן פון איין שטאַנדפונקט, ווי אַן אינערציאַלע, און פון אַן אַנדער שטאַנדפונקט, ווי אַ גראַוויטאַציאָנאַלע.

דאָס איז אַן אַלגעמיין־פיזיקאַליש געזעץ, וואָס מוז קאָנען אָנגעווענדט ווערן אויף אַלע איינצל־פאַלן. אויך אין דעם פאַל פון דעם רייזנדן, וואָס רעכנט, אַז זיין וואַגאָן געפינט זיך אין רו און אַז באַוועגן טוט זיך נאָר די דאַמבע מיט דער ערד אונטער איר, און וואָס דערשפירט פלוצלונג ווי זיין קערפער טוט זיך אַ רוק פאָראויס, ווי נאָר דער וואַגאָן ווערט פאַרהאַמעוועט, קאָנען מיר אָנווענדן דעמזעלביקן רעלאַטיוויטעטס־געדאַנק.

„קיינער", זאָגט איינשטיין, „צווינגט אים נישט אָנצונעמען, אַז זיין רוק שטאַמט פון דעם, וואָס די באַוועגונג פון דעם וואַגאָן איז „ווירקלעך" פאַרשנעלערט געוואָרן. זיין איבערלעבעניש קאָן ער אויך אויסטייטשן אַזוי: „מיין רעלאַציע־קערפער (דער וואַגאָן) בלייבט כסדר אין רו. אָבער בעת דעם פעריאָד פון דעם פאַרהאַמעווען הערשט בנוגע צו דעם וואַגאָן אַ שווערקייטס־פעלד, וואָס איז פאַרענדערלעך אין דער צייט און וואָס ווירקט אין דער ריכטונג צו פאָרנט־צו. אונטער אָט דער ווירקונג באַוועגט זיך די דאַמבע אינאיינעם מיט דער ערד אומגלייכמאָסיק אויף אַזאַ אופן, אַז זייער פריערדיקע געשווינדקייט, מיט וועלכער זיי האָבן זיך געטראָגן אַהינטער־צו, ווערט אַלץ קלענער. אָט דאָס שווערקייטס־פעלד רופט אויך אַרויס דעם רוק פון דעם צוקוקער" *) (צו פאָרנט־צו).

די פאַררעלאַטיווירונג פון אינערציאַלע און שווערקראַפט־באַוועגונגען צווינגט אונז אָבער אַנדערש צו פאָרמולירן זייער מהות. מיר קאָנען שוין נישט זאָגן, ווי דאָס האָט געטאָן גאַליליי, אַז אַן אינערציאַלע באַוועגונג איז אַלע מאָל אַ גלייכמאָסיקע אין איר געשווינדקייט און אַ גלייכליניקע אין איר ריכטונג.

*) אַלגעמיינפאַרשטענדלעך. ז. 48.

מיר האָבן שוין דעם פונקט באַרירט אויבן. פון דער אַנדער זייט מוז אויך אַ שווער-קראַפט-באַוועגונג נישט דוקא זיין אַזאַ, ווי מיר באַמערקן זי אויף דער ערד און אין די דערשיינונגען פון דעם הימל, ד. ה. נישט דוקא אַזאַ, וואָס פאַרשנעלערט זיך אַלץ מער, וואָס מער דער קערפער דערנענטערט זיך צו דעם צענטער פון דעם גראַוויטאַציע-פעלד. אומעטום, ווו מיר האָבן אַ פאַרשנעלערטע באַוועגונג, — אין וואָס פאַראַ פאָרם זי זאָל נישט זיין, — אין פאַרגלייך צו אַ וועלכער עס איז רעלאַטיוו רועדיקער סיסטעם, קאָנען מיר זי באַטראַכטן, ווי אַ גראַוויטאַציע-באַוועגונג, ממילא קאָנען מיר זיך פאָרשטעלן אויך אַזאַ שווער-קראַפט-פעלד, ווו די גראַוויטאַציע-באַוועגונג ווערט אַלץ גרעסער, וואָס מער דער קערפער דערווייטערט זיך פון דעם פעלדס צענטער.

די וויסנשאַפטלעכע אויפגאַבע, וואָס וואַקסט דערפון אַרויס, באַשטייט אין דעם, אויסצוגעפינען יענץ אַלגעמיינעס געזעץ כאַר גראַוויטאַציע, וואָס זאָל קאָנען אַרומנעמען אַלע מעגלעכע פאַלן, סיי די, וואָס זענען אויסגעשטודירט געוואָרן פון ניוטאָנען, סיי די, וואָס קאָנען קינסטלעך צוגעטראַכט ווערן.

אין דער אונטערזוכונג פון יענע קינסטלעך-צוגעטראַכטע פאַלן איז איינשטיין געצוווּנגען געוואָרן אַריינצוטראָגן אַ נייעם באַגריף וועגן דעם בוי פון דעם וועלט-רוים.

כדי דאָס צו דערקלערן לאָמיר אָננעמען אַזאַ פאַל.

ערגעץ-ווו „אין די ווייטע הימלס-רוימען”, ווו עס זענען נאָך נישטאָ קיין שווערקייטס-פעלדער, הענגט „פון אויבן אַראָפּ אַ שטאַנג”, *) וואָס געפינט זיך תמיד אין רו.

---

*) דער לייענער טאָר נישט פאַרגעסן, אַז די באַצייכענונג „פון אויבן אַראָפּ” איז אַ ריין רעלאַטיווע מיר ברענגען זי אָבער דאָ אַרײַן, כדי לייכטער צו מאַכן די פאָרשטעלונג פון דעם געדאַנקלעכן עקספּערימענט. „פון אויבן אַראָפּ” וועט דאָ הייסן: „אין רעלאַציע צו דעם לייענער”. מיר מוזן אָבער דערביי אויסנעמען דעם תנאי, אַז דער לייענער, ווי אַ „רעלאַציע-קערפּער”, זאָל בלייבן דאָ, אין דער פּוס-נאָטע, און נישט קריכן אין טעקסט אַרײַן, ווייל מיר וועלן זיין חשובע אַנוועזנהייט נישט אַרײַנציען אין חשבון. זש.

אויף דער שפּיץ פון דער שטאַנג אויבן איז צוגעהעפט אַ קאָלאָסאַל־גרויסער ברעטערנער קרייז, וואָס קאָן זיך דרייען אַרום זיין אייגענעם צענטער.

אין צוקוקער האַלט זיך אויף אונטער דעם קרייז ביי דעם רוענדיקן שטאַנג, אַ צווייטער אויבן אויף דעם קרייז. כּל זמן דער קרייז איז אין רו, איז נישטאָ קיין סימן פון אַ וועלכן עס איז שווער־פעלד. אָבער אָט האָט זיך דער קרייז גענומען דרייען אַרום זיין אַקס מיט אַ גלייכמאָסיקער געשווינדקייט. אויב דער אויבערשטער צוקוקער זיצט נישט אין צענטער פון דעם קרייז, נאָר נעענטער צום ברעג, וועט ער דערביי דערשפּירן, ווי אויף אים ווירקט אַ געוויסע קראַפט. די קראַפט טראָגט זיך „ראַדיאַל״, דאָס הייסט, אין דער ריכטונג פון די ראַדיוסן, פון יענע ליניעס, וואָס פאַרבינדן דעם צענטער פון דעם קרייז מיט יעדן פּינטל פון זיין ברעג. און זי טראָגט זיך פ ו ן דעם צענטער צו דעם ברעג אַזוי, אַז וואָס ווייטער פון דעם צענטער, ווערט זי אַלץ שטאַרקער.

וואָס איז דער מהות פון אָט דער קראַפט ? דער ערשטער צוקוקער, וואָס ביי דעם רוענדיקן שטאַנג, וועט אויסטייטשן די קראַפט, ווי אַ ווירקונג פון א י נ ע ר צ י ע. ער וועט זי אָנרופן די „צענטריפוגאַל־קראַפט״. מוז דאָס אָבער אַזוי אויך דענקען דער צווייטער צוקוקער, וואָס דרייט זיך אינאיינעם מיט דעם קרייז ? איינשטיין זאָגט, אַז נישט. ער האָט אַ רעכט צו באַטראַכטן דעם קרייז, ווי אַ ר ו ע נ ד י ק ן קערפּער, און ממילא וועט די קראַפט, וואָס ווירקט אויף אים (און אויף אַלע אַנדערע קערפּערס, וואָס וואָלטן זיך געדרייט אינאיינעם מיט דעם קרייז), זיין פאַר אים אַ ש ו ו ע ר ־ ק ר אַ פ ט, אַרויסגעשטראַלט פון דעם „גראַוויטאַציע־פעלד״, דעם קיילעכדיקן ברעט.

„ס׳איז אמת״, באַמערקט דערביי איינשטיין, „אַז די רוימ־לעכע פאַרטיילונג פון אָט דעם גראַוויטאַציע־פעלד איז דאָ אַזאַ, וואָס וואָלט געווען אוממעגלעך לויט ניוטאָנס גראַוויטאַציע־טעאָריע״ (ווייל דאָ פאַרשווינדט דאָס פעלד אין דעם צענטער פון דעם ברעט, און וואַקסט אָן פּראָפּאָרציאָנעל מיט דעם מהלך

פון דעם צענטר). „אָבער, אַזוי ווי דער צוקוקער גלויבט אין דער אַלגעמיינער רעלאַטיוויטעט, שטערט דאָס אים נישט. ער האָפט מיט רעכט, אַז עס לאָזט זיך אויפשטעלן אַן אַלגעמיין גראַוויטאַציע-געזעץ, וואָס וועט ריכטיק דערקלערן נישט נאָר די באַוועגונג פון די שטערן, נאָר אויך יענץ קראַפט-פעלד, פון וועלכער ווערט דאָ געוואָר".

אָט דער צוקוקער, דערציילט אונז ווייטער איינשטיין, עקספּערימענטירט אויף זיין קרייז-ברעט מיט זייגערס און מאָסשטאַבן, כדי אַרויסצוברענגען אויף דעם סמך פון זיינע אויסמעסטונגען און אויסרעכענונגען פּינקטלעכע דעפיניציעס וועגן די רוימלעכע און צייטלעכע דאַטן בנוגע צו זיין קרייז-ברעט. צו וועלכע רעזולטאַטן וועט ער דערביי קומען?

קודם שטעלט ער אַוועק צוויי גלייכאָנגעשטעלטע „סינכראָנע" זייגערס: איינעם אין דעם מיטלפּונקט פון דעם קרייז-ברעט, דעם אַנדערן — ביי איר ברעג (אויף דער פּעריפעריע). ביידע זייגערס געפינען זיך אין רו לגבי דעם זיך-דרייענדיקן קרייז. ווי דאַרפן די זייגערס גיין פון דעם שטאַנדפּונקט פון דעם צוקוקער, וואָס רוט ביי דער שטאַנג?

אויב דער לייענער געדענקט נאָך די רעזולטאַטן פון דער ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס-לערע, איז אים נישט שווער צו פאַרענטפערן די שאלה. דער זייגער ביי דעם צענטער געפינט זיך פאַר אים אין רו, בעת דער זייגער ביי דער פּעריפעריע געפינט זיך אין באַוועגונג. אַ באַוועגטער זייגער גייט אָבער לאַנגזאַמער לגבי אַ רוענדיקן, ווייל זיין „צייטלעכקייט" ווערט פאַרגרעסערט לויט דער לאָרענץ-פאָרמול.

צו דעמזעלביקן רעזולטאַט וועט אויך מוזן קומען דער צוקוקער אויף דעם קרייז. ער וועט באַמערקן, אַז וואָס נענטער ער רוקט-צו דעם ברעג-זייגער צו דעם מיטלפּונקט, אַלץ שנעלער הויבט ער אָן צו גיין. דערפון וועט ער אַרויסברענגען דאָס אַלגעמיינע געזעץ, אַז „אויף אונזער קרייז-ברעט און אין יעדן גראַוויטאַציע-פעלד בכלל וועט אַ זייגער גיין ראַשער אָדער

לאַנגזאַמער, עס ווענדט זיך אָן דעם אָרט, אין וועלכן ער איז איינגעפלאַצירט אין אַ צושטאַנד פון רו״.

אָבער אָט־אָ־דאָס גענעץ פאַרפלאָנטערט זייער שטאַרק די „צייטלעכקייט״־חשבונות, וועלכע מיר האָבן אויפגעשטעלט אין דער ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע. דאָרטן האָבן מיר געפונען, אַז אַלע סינכראָנע זייגערס אין אַ רעלאַטיוו־רוענדיקער סיסטעם גייען אין אַ גלייכן טעמפּ; אַז אַלע זייגערס אין אַ זיך־רעלאַטיוו באַוועגנדיקער סיסטעם גייען אויך אין אַ גלייכן טעמפּ צווישן זיך; אַז אַ נפקא מיניה אין דער צייט באַווייזט זיך נאָר דעמאָלט, ווען מען פאַרגלייכט די „צייטלעכקייט״ פון דער רוענדיקער סיסטעם מיט דער „צייטלעכקייט״ פון דער באַוועגטער.

דאָ, ביי די זייגערס אויף דעם קרייז־ברעט, באַגעגענען מיר זיך מיט אַ גאַנץ אַנדער דערשיינונג. לאָז זיין, אַז מיר האָבן אַ גאַנצע טוץ זייגערס אויסגעשטעלט אין דער לענג פון דעם ראַדיוס. זיי אַלע רוען רעלאַטיוו צו דעם קרייז־ברעט, האָבן זיי אַלע געדאַרפט אָנגעבן איין־און־דיזעלביקע צייט, און פונדעסטוועגן ווייזן זיי נישט איין־און־דיזעלביקע צייט, נאָר פאַרשיידענע צייטן, וואָס נענטער דער זייגער שטייט צו דער פּעריפעריע, אַלץ לאַנגזאַמער גייט ער.

דערפון איז געדרונגען, אַז די צייט־מאָסן פון אַ שווער־פעלד ווערן באַהערשט פון גאַנץ אַנדערע געזעצן, איידער די צייט־מאָסן אין אַ „גאַלילעאישער״ סיסטעם, — ד. ה., אין אַזאַ, וואָס געפינט זיך אין רו, אָדער וואָס געפינט זיך אין אַ גלייכמאָסיקער, שנור־גלייכער באַוועגונג לגבי דער רוענדיקער.

נאָך פאַרפלאָנטערטער ווערן די שוועריקייטן, וואָס וואַקסן אַרויס, ווען מען גייט איבער צו די רוים־מאָסן.

מיר האָבן געזען, אַז אין אַ „גאַלילעאישער״ סיסטעם בייטן זיך די רוים־מאָסן נאָך דעם צושטאַנד אין וועלכן זיי געפינען זיך. אַ מעטער אין באַוועגונג איז קירצער, איידער אַ מעטער אין רו, ווען מען פאַרגלייכט דעם באַוועגטן מיט דעם רוענדיקן. אָבער אַלע מעטערס אין רו זענען צווישן זיך גלייך, און אַלע מעטערס אין באַוועגונג זענען אויך גלייך צווישן זיך.

ממילא קאָנען אין „גאַלילעאישע" סיסטעמען (סיי אין די רונדיקע, סיי אין די באַוועגטע) דורכגעפירט ווערן און באַוויזן ווערן אַלע יענע געזעצן ועגן רוימלעכקייט און רוימלעכע פיגורן, וואָס זע־נען אויסגעשטודירט געוואָרן אין דער געאָמעטריע און וועל־כע שוין אויקליד האָט צונויפגעבראַכט אין אַ וויסנשאַפט־לעכער לאָגישער סיסטעם. סיי אין אַ רונדיקער, סיי אין אַ גאַ־לילעאיש־באַוועגטער סיסטעם קאָנען באַוויזן ווערן די יסודות פון דער אויקלידישער געאָמעטריע: אַז דער קירצסטער מהלך צווישן צוויי פונקטן איז אַ שנור־גלייכע ליניע, אַז צוויי פּאַראַלעלע ליניעס קאָנען זיך נישט באַגעגענען אין ענדלעכע רוימען; אַז ווען מען צעטיילט די לענג פון אַ קרייז־פעריפעריע אויף דער לענג פון דעם דיאַמעטער, וועט מען אַלע מאָל באַקומען איין און דיזעלביקע צאָל, עס מאַכט נישט אויס, ווי גרויס דער ראַ־דיוס פון דעם קרייז זאָל נישט זיין; אַז אָט די צאָל (די „צאָל פּי") איז אַלע מאָל די גרויס דריי מיט פערצן הונדערטל מיט עפּעס (3,14).

ווילן מיר אָנווענדן אָט די כללים פון דער אויקלידישער געאָמעטריע אויף דעם ראָטירנדיקן קרייז־ברעט, זעען מיר, אַז זיי פאַרלירן זייער וויסנשאַפטלעכע פינקטלעכקייט און איינדייטלעכקייט.

נעמען מיר „די צאָל פּי". מיר בעטן דעם צוקוקער, וואָס געפינט זיך אין דער „גאַלילעאישער סיסטעם", ביי זיין רונדיקן שטאַנג, ער זאָל אויסגעפינען אָט די צאָל פאַר דער זיך־באַ־וועגנדיקער קרייז־ברעט. מיר ווענדן זיך מיט דער בקשה נישט צו דעם אויבערשטן צוקוקער, ווייל ער באַוועגט זיך דאָך אויך אינאיינעם מיט דער קרייז־ברעט, און מיר דאַרפן אויסגעפינען דעם אונטערשייד (אויב אַזאַ אונטערשייד איז פאַראַן) צווישן „ראָטירנדיקער געאָמעטריע" און אַ געוויינלעכער.

דער צוקוקער, וואָס רוט אונטער דעם קרייז, וועט קודם כל דאַרפן אויסמעסטן די פעריפעריע פון דער איבער אים זיך דרייענדיקער קרייז־ברעט, מיט זיין מאָסשטאַב, וואָס איז, זאָגן מיר, אַ סענטימעטער די לענג. די פעריפעריע דרייט זיך אָבער, ד. ה. זי באַוועגט זיך מיט אַ געוויסער געשווינדקייט. לויט די

געזעצן פון דער ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס-לערע, דאַרף אין אַזאַ פאַל דער צענטימעטער ווערן קירצער, ווייל ער וועט זיך דרייען אינאיינעם מיט דער פעריפעריע אין דער *ריכטונג* פון איר *באַוועגונג*. ווען ער וועט אָבער אָנווענדן דעמזעלביקן מאָסשטאַב אויף אויסצומעסטן דעם דיאַמעטער, וועט אַזאַ פאַרקירצונג נישט פאָרקומען, ווייל די „לאָרענץ-טראַנספאָרמאַציע" האָט אונז געלערנט, אַז די מאָסן, וואָס ליגן *נישט* אין דער ריכטונג פון דער באַוועגונג, ווערן נישט פאַרקירצט. צעטיילט ער נאָכדעם די גרעסערע צאָל פאַרקירצטערע סענטימעטערס פון דער פעריפעריע אויף דער גלייכגעבליבענער צאָל סענטימעטער פון דעם דיאַמעטער, מוז ער באַקומען אַ *גרעסערע* צאָל איידער די אויקלידישע „צאָל פּי".

ווייטער. מיר האָבן געזען, אַז די „צאָל פּי" איז אין דער אויקלידישער געאָמעטריע אַ „קאָנסטאַנטע גרויס", ד. ה., אַז זי ענדערט זיך נישט מיט דעם ראַדיוס פון דעם קרייז. אין אַ „ראָטירנדיקער געאָמעטריע" קאָן דאָס נישט זיין, ווייל וואָס גרעסער דער ראַדיוס, אַלץ געשווינטער באַוועגט זיך די פעריפעריע; ממילא ווערט אַלץ קירצער איר סענטימעטער און אַלץ גרעסער די „צאָל פּי".

נאָך מער. אין אַ „ראָטירנדיקער געאָמעטריע" פאַרלירט זיך דער עצם יסוד פון דער אויקלידישער: דער באַגריף פון אַ שנור-גלייכער ליניע. דאָרטן, וו אַלץ דרייט זיך אין אַ קרייז, קאָן קיין רייד נישט זיין וועגן איר, ווען מען האָט אין זין, אַז ס'איז נישטאָ קיין ליידיקער רוים, אין וועלכן דער קרייז באַוועגט זיך. דער רוים איז *אין אים*, און דרייט זיך מיט אים, ד. ה., פאַרלאָזט אַלע ווײַלע מיט אים דעם וועג פון אַ שנור-גלייכער ליניע.

דערפון איז געדרונגען, אַז אַלע כללים פון דער אויקלידישער געאָמעטריע קאָנען נישט גענומען ווערן אין זייער פּינקטלעכקייט און פעסטקייט, ווען זיי ווערן אָנגעווענדט אויף אַ ראָטירנדיקער קרייז-ברעט און ממילא אויף אַ גראַוויטאַציע-פעלד בכלל.

אויב דאָס איז אָבער אַזוי, אויב מיר האָבן נישט אין די

העט קיין פעסטע, זיכערע מאָסן, מיט וואָס צו מעסטן די רוים-לעכקייט און די צייטלעכקייט פון פיזיקאַלישע דערשיינונגען אין אַ גראַוויטאַציע-פעלד, ווי קאָנען מיר איבערהויפּט טראַכטן וועגן אויסגעפינען די אַלגעמיינע געזעצן, וואָס באַהערשן זיי?

„אַזוי לאַנג", זאָגט איינשטיין, „ווי קאָאָרדינאַטן און צייטן פון פּאַסירונגען זענען נישט דעפינירט, האָבן אויך די נאַטור-געזעצן, אין וועלכע די קאָאָרדינאַטן-צייטן קומען פאָר, נישט קיין פּינקטלעכע באַדייטונג. עס ווייזט אויס, אַז אַלע איבערטראַכטונגען, וואָס מיר האָבן ביז אַהער אַרויסגעבראַכט וועגן דער אַל-געמיינער רעלאַטיוויטעט, ווערן דורך דעם גופא אַוועקגעשטעלט אונטער אַ פראַגעצייכן" *)

איינשטיין פאַרלאָזט דעריבער אין זיינע פאָרשונגען דעם ענגערן שטאַנדפונקט פון דער געוויינלעכער אויקלידישער געאָ-מעטריע און שטעלט זיך אַוועק אויף יענעם ברייטערן שטאַנד-פונקט, וועלכן די אַזויאָנגערופענע „פאַן-געאָמעטריע" האָט אויס-געאַרבעט, און וועלכע איז כולל אין זיך אַלע מעגלעכע רוימ-לעכע געשטאַלטן און שייכותן.

די „פאַן-געאָמעטריע" איז אויסגעבויט געוואָרן אַ סך אַ סך פריער, איידער די רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע, אָבער אַ לאַנגע צייט האָט מען אויף איר געקוקט ווי אויף אַ ריין-מאַטעמאַטישער וויסנשאַפט, וואָס מעג נישט האָבן קיין ברעקל שייכות צו דער מעכאַניק און דער פיזיק. ס'איז אמת, אַז פיל פון די, וואָס האָבן אַוועקגעלייגט די יסודות און אויסגעפירט דעם בנין פון אָט דער נייער לערע, האָבן פאָרגעפילט, אַז זייערע ריין-מאַטע-מאַטישע חשבונות קאָנען ווען עס איז זיין פון גרויסן ווערט פאַר דער נאַטור-וויסנשאַפט. איייניקע פון זיי האָבן אפילו גע-פרוווט מאַכן עקספערימענטן, כדי עמפיריש צו פאַר-געוויסערן זיך, צי אונזער וועלט איז געבויט געוואָרן לויט די כללים פון דער אויקלידישער געאָמעטריע, אָדער אין איר יסוד ליגט אפשר אַ רוימלעכקייט פון אַ גאַנץ-אַנדער געשטאַלט.

*) אַלגעמיינפאַרשטענדלעך ז. 56.

אויב איך מאַך אָבער נישט קיין טעות, איז איינשטיין געווען דער ערשטער, וואָס האָט קלאָר געמאַכט, אַז דער פאָרשריט פון דער נאַטורוויסנשאַפט פאָדערט, מען זאָל זיך אָפזאָגן פון דער אַליינהערשאַפט, וועלכע די אויקלידישע געאָמעטריע האָט געהאַט ביז אַהער, און האָט אויך באַוויזן, אַז אין דער נאַטור קומען פאָר דערשיינונגען, וואָס לאָזן זיך בעסער און איינפאַכער דערקלערן, ווען מען נעמט אָן, אַז דער וועלטן־רוים איז נישט געבויט אויקלידיש, און אַז די כּללים פון דער געוויינלעכער געאָמעטריע האָבן נאָר אַ באַגרענעצטן ווערט, נאָר פאַר דערשיינונגען, וואָס שפּילן זיך אָפּ אונטער געוויינלעכע באַגרענעצטע באַדינגונגען.

די נפקא מיניה צווישן אַן אויקלידישן רוים און אַ נישט־אויקלידישן זוכט איינשטיין צו „פּאָפּולאַריזירן" אין אַ פּאָר פּאַראַגראַפן פון זיין „אַלגעמיינפאַרשטענדלעכער" אַרבעט, מיט גאַנץ פּאָפּולערע ביישפּילן. מיר וועלן אָבער דאָ אַרויסלאָזן די גאַנצע חקירה, ווייל זי באַשעפטיקט זיך נישט מיט איינשטיינס געדאַנקען, נאָר מיט דער פּאַן־געאָמעטריע — און נאָך מער דערפאַר, ווייל צו פּאָפּולאַריזירן איינשטיינס פּאָפּולאַריזאַציע דאַרף פאַרנעמען אַ היפּשע ביסל פון אונזער געוויינלעכער אויקלידישער צוויי־דימענזיאָנאַלער רוימלעכקייט. אַגב וועלן מיר זיך נאָך מוזן באַגעגענען מיט איר, ווען מיר וועלן רעדן וועגן דעם דריטן טייל פון איינשטיינס לערע, זיינע „באַטראַכטונגען וועגן דער וועלט ווי אַ גאַנצעס".

דאָ לאָמיר נאָר באַקאַנט ווערן מיט די הויפּט־רעזולטאַטן פון דער פאָרשונג, אויף וויפל זיי זענען נוגע אונזער ענין.

אין דער געוויינלעכער געאָמעטריע זענען פעסטע רוימלעכע געשטאַלטן, ווי צ. ב., אַ פּיראַמידע, אַ צילינדער, אַ קוב, — איינמאָל פאַר אַלעמאָל געגעבענע פיגורן. ווען איר האָט פאַר זיך, לאָמיר זאָגן, אַ קוב, קאָנט איר זיך נישט פאָרשטעלן, אַז זיין פיגור און זיין פאַרנעם זאָלן זיך איבערבייטן בלויז דערפון, וואָס ער הויבט זיך אָן צו באַוועגן, אָדער וואָס איר טראָגט אים אַריבער פון איין אָרט רוים אויף דעם אַנדערן. אין אַלע אַזעל־

ד בע ענדערונגען בלייבט דער קוב דאָס, וואָס ער איז געווען.
פאַן-געאָמעטריע מאַכט אונז אָבער באַקאַנט מיט רוימלעכקייטן
חאָס האָבן אַזאַ טבע, אַז ווען איר פאַרענדערט אין זיי דעם
אָרט פון דעם קוב, מוזן זיך דערביי איבערבייטן זיין פאָרם
זיינע מאָסן און זיין פאַרנעם.

איינשטיין געפינט אויס, אַז אויך אין די גראַוויטאַציע-פעל
דער באַקומט די רוימלעכקייט אַזאַ טבע. אויך אין זיי קאָנען נישט
געמאָלט זיין קיין אויף אייביק פאַרגליווערטע רוימלעכע גע
שטאַלטן. „פאַרגליווערטע קערפּערס מיט אויקלידישע אייגנשאַפטן
זענען", זאָגט ער, „אין די גראַוויטאַציע-פעלדער נישטאָ". *)
מער וועגן דעם אין דעם נאָענטסטן קאַפּיטל.

---

*) ד. ג., ז. 66.

איינשטיינס וועלט-געבוי

איינשטיינס לערע וועגן דעם וועלטן־רוים קאָן איינגעטיילט ווערן אין צוויי טיילן: די לערע וועגן די רוים־מאָסן און די לערע וועגן דעם רוים־געבוי. אין דער ספּעציעלער טעאָריע פון רעלאַטיוויטעט האָט זיך איינשטיין באַשעפטיקט דער עיקר מיט די רוים־מאָסן; ער האָט דערביי, ווי דער לייענער געדענקט, אַריינגעטראָגן אַ גאַנצע רעוואָלוציע אין אונזערע באַגריפן.

אַ רוים־מאָס, — אַ קלאַפּטער, אַ פוס, אַ שפּאַן, — איז אַ געוויסער מהלך צווישן צוויי פונקטן. לויט אונזערע אַלטע באַגריפן איז אָט די מאָס פון אַן אַבסאָלוטער לענג. שניידן מיר אויס אין געדאַנק אַ שטיקל „ליידיקן" וועלט־חלל פון אַ קלאַפּטער די לענג, מוז דער געדאַנק אָננעמען, אַז אָט די לענג מוז אַלעמאָל און אונטער אַלע אומשטענדן בלייבן דיזעלביקע. לויט איינשטיינס טעאָריע פון רעלאַטיוויטעט קומט אָבער אויס, אַז ס'איז נישט אַזוי. אויב אָט דער אויסגעשניטענער קלאַפּטער באַוועגט זיך מיט אַ געוויסער שנעלקייט לגבי אַ וועלכן עס איז רוענדיקן אָרט, מוז זיין לענג ווערן אַלץ קלענער און קלענער, וואָס גרעסער עס איז די שנעלקייט פון זיין באַוועגונג.

נאַטירלעך, מוז מען דערביי תמיד געדענקען, אַז איינשטיין לייקנט די עקזיסטענץ פון אַ ליידיקן חלל, אין וועלכן עפּעס זאָל זיך קאָנען באַוועגן. „רוימלעכקייט" איז פאַר אים עפּעס אַזוינס, וואָס געפינט זיך נישט אין זיך גופא, נאָר אין אַן אַנדער זאַך: אין יענעם ממשותדיקן עפּעס, פון וועלכן עס באַשטייט די וועלט. מיר רופן יענעם וועלט־מאַמעש (ממש) —

„מאַטעריע״. איינשטיין געפינט אויס, אַז זיין תוך איז נישט מאַ-טעריע, נאָר קראַפט, ענערגיע. הייסט עס, אַז די „רוימלעכקייט״, דער אויסשפּרייט, געפינט זיך אין דער וועלט-ענערגיע, ווי אַ געוויסע פיזיקאַלישע אייגנשאַפט אירע. און די אייגנשאַפט האָט אַזאַ טבע, אַז זי בייט אירע מאָסן לפי דעם, צי עס ווערט באַ-טראַכט, אַז דאָס שטיקל וועלט-מאַמעש, אין וועלכן זי איז אַריינ-געטאָן, געפינט זיך אין רו, אָדער עס ווערט באַטראַכט, אַז עס געפינט זיך אין באַוועגונג; עס איז אַקוראַט ווי דער פאַקט אַליין, וואָס איין שטיקל וועלט-מאַמעש געפינט זיך אין באַוועגונג לגבי אַן אַנדער שטיקל וועלט-מאַמעש, איז בכח צו מאַכן אַזוי, אַז זיין רוימלעכקייט זאָל זיך, אַזויצוזאָגן, צונויפציען לגבי יענעמס רוימלעכקייט. (אויף דעמזעלביקן אופן באַהאַנדלט איינ-שטיין אויך די „צייטלעכקייט״). דאָס האָבן מיר געלערנט אין דער ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע.

די אַלגעמיינע טעאָריע פון רעלאַטיוויטעט גייט אָבער נאָך אַ שריט ווייטער אין דער רעוואָלוציאָניזירונג פון אונזערע רוים-באַגריפן. זי גרייפט אָן דעם ג ע ב ו י פון דער רוימ-לעכקייט.

לויט אונזערע אַלטע באַגריפן, אויף וועלכע עס איז אויפ-געבויט די גאַנצע אויקלידישע געאָמעטריע, איז דער רוים או-מעטום „ה אָ מ אָ ג ע ן״, פון אַ גלייכער אַרט. אַבסטראַקט און רוי גענומען, קאָן מען זאָגן, אַז דער וועלט-חלל איז אויפגעבויט אויף דעם פּרינציפּ פון שנור-גלייכע ליניעס. ציט אין געדאַנק אַ שנור-גלייכע ליניע פון אַ קלאַפּטער די לענג, לאָזט די ליניע זיך באַוועגן אין דער ברייט, ד. ה. דורכלויפן נאָך אַן א ו מ ע נ ד ל ע-כ ע צאָל אַזעלכע ליניעס פון דערזעלביקער לענג איינע ל ע ם דער אַנדערער, ביז די ברייט וועט ווערן אַזוי גרויס ווי די לענג, וועט איר דעמאָלט באַקומען אַ ש ט ח, אַן אויסשפּרייט, וואָס פאַרנעמט אַ קוואַדראַטנעם קלאַפּטער און וואָס ווערט גע-מאָסטן אין דער לענג און אין דער ברייט. איצטער לאָזט דעם שטח זיך באַוועגן אין דער הויך אָדער דער טיף, ד. ה. דורכ-לויפן נאָך אַן אומענדלעכע צאָל אַזעלכע קוואַדראַטנע פלאַכע

אויסשפרייטן פון דערזעלביקער גרויס, וועט איר באַקומען אַ קערפּער, אָדער אַ וואָלום, וואָס זיין פאַרנעם איז אַ קוּבישער קלאַפטער און ווערט געמאָסטן נישט נאָר אין דער לענג און אין דער ברייט, נאָר אויך אין דער טיף, אָדער דער הויך.

נעמט איצטער און לייגט צו צו דעם קוב פון אַלע זיינע זעקס זייטן נאָך אַזעלכע קובן, אַזוי, אַז די פלאַכן פון די צוּגעלייגטע קובן זאָלן זיך צונויפגיסן מיט די פלאַכן פון דעם צענטראַל־קוב, אָן אַ ברעקל שטח צווישן זיי; נעמט ווייטער און שטעלט־צו אויף דעמזעלביקן אופן נאָך ווייטערע קובן צו יעדער פרייער פלאַך און גייט אַזוי כסדר און כסדר ביז אין דער אומענדלעכקייט אַריין, — וועט איר באַקומען דעם אומענדלעך־אויסגעשפרייטן וועלט־חלל.

באַמערקט דערביי אַ העכסט־אינטערעסאַנטן רעזולטאַט.

בעת מיר האָבן געלאָזט זיך באַוועגן די ליניע, ד. ה. צוּגעגעבן צו איר איין ליניע לעם דער אַנדערער, האָט זיך באַלד באַקומען אין דעם רוים אַ נייע אויסמעסטונג: די ברייט (די צווייטע דימענזיע); און בעת מיר האָבן געלאָזט זיך באַוועגן דעם שטח, ד. ה. כסדר אַרויפלייגן איין שטח אויף דעם אַנדערן, האָט זיך ווידער באַקומען אין רוים אַ נייע אויסמעסטונג: די טיף אָדער די הויך (די דריטע דימענזיע). אָבער ווען מיר האָבן גענומען לייגן איינעם אויף דעם אַנדערן דריי־דימענזיאָנאַלע וואָלומס — די קובן — האָט זיך שוין קיין נייע אויסמעסטונג נישט באַקומען. דער אומענדלעכער וועלט־חלל, וועלכן מיר האָבן פלינק אויפגעבויט אין אַ פּאָר סעקונדן, קאָן, ווי דער איינצלקוב, געמאָסטן ווערן נאָר אין דריי דימענזיעס, און נישט מער, ווי אין דריי: אין דער לענג, אין דער ברייט און אין דער טיף.

די דערקלערונג פון אָט דעם אינטערעסאַנטן רעזולטאַט קאָן געזוכט ווערן אויף פאַרשיידענע וועגן.

מען קאָן אָננעמען, אַז דער וועלטן־רוים איז אין זיך גופא געבויט נאָר אויף דריי אויסמעסטונגען. מיר קאָנען לאָזן אַ ליניע זיך באַוועגן אין דער ברייט, ווייל אין דעם רוים גופא איז דאָ

אַ צווייטע דימענזיע. מהאַי טעמא, קאָן אַ שטח זיך באַוועגן אין דער טיף, ווייל דער רוים האָט פּאַקטיש אויך אַ דריטע דימענזיע. קיין פערטע דימענזיע איז שוין אָבער אין דער מציאות נישטאָ. דעריבער קאָן דער וואָלום, אָדער דער קערפּער, זיך באַוועגן נאָר אין די געגעבענע דריי אויסמעסטונגען. מען קאָן אָבער אויך זאָגן — מיט קאַנטן און אַ סך אידעאַליסטן אין דער פילאָזאָפיע — אַז אין דער וועלט איז בכלל נישטאָ קיין רוים. די השגה פון רוימלעכקייט איז אַ צוטראַכט, אַ דמיון, פון אַ דערקענענדיקן חוש. הענגט דאָס אַלץ אָפּ פון דעם, ווי אַזוי דער חוש איז געבויט. ביי דעם מענטשן און ביי מענטשנענלעכע ברואים איז דער חוש געבויט אַזוי, אַז דער רוימלעכער דמיון איז אַ דריי־דימענזיאָנאַלער.

מען קאָן אָבער פאַרבינדן אָט די צוויי געדאַנקען אינאייגעם, ווי דאָס טוען דאָס רוב אָנהענגער פון דער „פאַן־געאָמעטריע״.

די רוימלעכקייט עקזיסטירט טאַקע אין דער וועלט דרויסן און אומאָפּהענגיק פון יעדן דערקענענדיקן חוש און זיינע אויסמעסטונגען קאָנען זיין אַ סך צאָלרייכער, איידער אונז דוכט זיך. אָבער די דערקענטענישן פון די אויסמעסטונגען הענגט אָפּ פון דעם, ווי אַזוי דער חוש איז געבויט. מיר קאָנען זיך פאָרשטעלן ברואים, ביי וועמען דער רוימלעכער חוש קאָן דערקענען נאָר איין איינציקע אויסמעסטונג — די ליניע. מיר קאָנען זיך פאָרשטעלן אַנדערע ברואים, וועמעס רוימלעכקייט־חוש עס קאָן אַרויסברענגען נאָר פלאַכן, אָבער בשום אופן נישט קיין קערפּערס, קיין וואָלומס. מען נעמט אָן, אַז די פליגן געהערן צו אַזעלכע מיני ברואים (מחמת דעם אייגנאַרטיקן בוי פון זייערע אויגן). פון דער אַנדערער זייט אָבער איז נישטאָ קיין גרונט צו לייקענען, אַז אויב דער רוים האָט מער, איידער דריי אויסמעסטונגען, זאָלן נישט מעגלעך זיין קיין ברואים, וועמעס רוימלעכער חוש עס זאָל קאָנען משיג זיין אַ פערטע אָדער אַפילו אַ פילפאַכערע דימענזיע.

דער מענטשלעכער רוים־חוש איז אָבער געבויט אַזוי, אַז אַ

פערטע קאָן ער זיך שוין נישט משער זיין, אַפילו נישט אין זיין כּוח הדמיון. קיין מענטשלעכער פאַרשטאַנד איז נישט בכח פאָר־צושטעלן זיך, אַז פון דעם קוב זאָל קאָנען אַרויסשפּרינגען אַ נייע אויסמעסטונג, פונקט ווי דער קוב איז אַרויסגעשפּרונגען פון דעם קוואַדראַט און דער קוואַדראַט פון דער שנור־גלייכער ליניע. די „הייליקע־דריי־אייניקייט" פון לענג, ברייט און טיף, וואָס איז איינגעקריצט אין דעם בוי פון אונזער רוימלעכן חוש, פאַרשטעלט דעם וועג פאַר ווייטערע רוימלעכע פאָרשטעלונגען מיט דעם קאַטעגאָרישן אויסרוף: אֲני ואפסי עוד! אין קיין ווייטערע רוימלעכע אויסמעסטונגען טאָרסטו, מענטש, נישט גלויבן!

אויף די אַלע דריי אַרטן קאָן מען גרינג דערקלערן פאַר־וואָס פון דער ליניע שפּרינגט ביי אונז אַרויס אַ שטח, פון דעם שטח — אַ קוב, פאַרוואָס אַן אומענדלעכע צאָל קובן קאָנען נישט באַשאַפן קיין נייע אויסמעסטונג. די ליניעס באַשאַפן אַ שטח, ווייל זיי קאָנען געצויגן ווערן אין אַן אַנדער ריכטונג, אין דער ברייט. וואָלט מען זיי געקאָנט ציען נאָר אין דערזעלביקער ריכטונג — אין דער לענג, וואָלט מען זיי אויך געקאָנט ציען אין דער אומענדלעכקייט אַריין, און דערפון וואָלט נישט אַרויס־געקומען קיין נייע אויסמעסטונג. דאָס אייגענע איז אויך מיט דעם שטח. אויב ער וואָלט נישט געקאָנט געצויגן ווערן אין אַ נייער ריכטונג — אין דער טיף — וואָלטן מיר אים געקאָנט ציען נאָר אין דער ברייט און אין דער לענג, ד. ה. אין צוויי די־מענזיעס — ביז אין דער אומענדלעכקייט אַריין, און קיין דריטע אויסמעסטונג וואָלט זיך דערפון נישט באַקומען, פונקט ווי דאָס איז מיט דעם קוב. אַן אומענדלעכע צאָל קובן, צוגעשטעלט צו וועלכער זייט איר ווילט, קאָן אונז געבן נאָר דריי אויסמעס־טונגען און נישט מער.

על־כּל־פּנים איז דער קוב, רוי און גראָב גערעדט, די עלעמענטאַרע איינהייט פון דעם וועלט־חלל; ער איז צונויפגע־שטעלט פון פלאַכע קוואַדראַטן, ווי די פלאַכע קוואַדראַטן זענען צונויפגעשטעלט פון שנור־גלייכע ליניעס.

די שנור־גלייכע ליניע איז דעריבער דער יסוד פון אונ־זער וועלט־חלל, וואָס זיינע רוימלעכע אייגנשאַפטן און געזעצן ווערן שטודירט אין דער געוויינלעכער געאָמעטריע, דער אַזוי־גערופענער אויקלידישער.

(מיר זאָגן אַ ליניע, און נישט: אַ „פּונקט״, ווי דאָס ווערט אָפּטמאָל געטאָן, ווייל אַ „פּונקט״, אַ פּינטל, קאָן נישט זיין קיין יסוד פון רוים. רוים איז עפּעס אַזוינס, וואָס דאַרף קאָנען גע־מאָסטן ווערן אין אַ וועלכער עס איז דימענזיע. אַ מאַטעמאַטיש פּינטל אָבער קאָן גאָר נישט געמאָסטן ווערן אין קיין איינ־ציקער דימענזיע).

אָט די גאַנצע אויקלידישע געאָמעטריע איז געבויט אויף דעם אַבסטראַקטן אָננעם, אַז ס׳איז דאָ אַ ליידיקער וועלט־חלל, אין וועלכן עס קאָן אין געדאַנק געצויגן ווערן אַ שנור־גלייכע ליניע ביז אין דער וויטסטער אומענדלעכקייט אַריין.

איינשטיין פאַרוואַרפט אָבער אָט די אַבסטראַקטע פאָר־שטעלונג. ער האָט צו טאָן מיט ווירקלעכע פּאַסירונגען און זאַכן; נישט מיט דעם וועלט־חלל, נאָר מיט דעם וועלט־מאַמעש, אין וועלכן עס זענען דאָ ממשותדיקע רוימלעכקייטן, ד. ה. וויט־קייטן און נאָנטקייטן. די רוימלעכקייטן דאַרפן געמאָסטן ווערן מיט ממשותדיקע אינסטרומענטן און באַאַרבעט ווערן דורך דעם מאַטעמאַטישן חשבון.

ער שטעלט זיך אַוועק — ווי מיר האָבן דאָס געזען אין דעם פאָריקן קאַפּיטל — אויף דעם שטאַנדפּונקט פון דער „פאַן־געאָ־מעטריע״, וואָס לאָזט צו די מעגלעכקייט פון אַ סך מער דימענ־זיעס איידער דריי, און ביי וועלכער די שנור־גלייכע ליניע שפּילט נישט יענע ראָלע פון אַ בויפּרינציפּ, וועלכע זי נעמט אויף זיך אין דער אויקלידישער געאָמעטריע און אין אַלע אויף איר אויפגעבויטע נאַטורוויסנשאַפטן.

ער טוט דאָס דערפאַר, ווייל ער האָט געפונען, אַז אומעטום, וווּ מען האָט צו טאָן מיט שוואַר־פעלדער, קאָן מען די נאַטור־דערשיינונגען אַ סך בעסער דערקלערן, ווען מען נעמט אָן, אַז די רוימלעכקייטן, וואָס געפינען זיך אין זיי, זענען נישט קיין

אויקלידישע, נאָר אַז זיי פירן זיך אויף „פאַנגעאָמעטריש״; און אַז נאָר ווען מען פירט פאַר זיי די חשבונות פאַנגעאָמעטריש, קאָן מען אַרויסברענגען אַן אַלגעמיין־פיזיקאַלישן געזעץ פאַר אַלע מעגלעכע באַוועגונגען, וואָס קאָנען פאָרקומען אונטער דער שליטה פון אַלע מעגלעכע שווער־פעלדער.

די וויכטיקסטע נפקא־מיניה צווישן ביידע אַרטן רוים, דעם אויקלידישן, און דעם נ י ש ט ־ אויקלידישן, וואָס מען דאַרף דאָ האָבן אין אויג, באַשטייט אין דעם בליק אויף דעם געבוי פון דער פ ל אַ ך.

לאָמיר אין געדאַנק אַראָפּשניידן ביי איינעם פון די וועלט־קובן אַ צוויי דימענזיאָנאַלן קוואַדראַט און באַטראַכטן אים, פונקט ווי ער וואָלט געווען געמאַכט פון בלעך. עס איז קלאָר, אַז מיר קאָנען ציען אויף אים אַלערליי שנור־גלייכע ליניעס אין אַלע ריכטונגען פון דער לענג און דער ברייט. לאָמיר זיך איצטער פאָרשטעלן, אַז מיר האָבן אונטער דער פלאַך אָנגעצונדן אַ פייער, אַזוי אַז אונזער בלעכענער קוואַדראַט האָט זיך אין אַ סך פלע־צער אויסגעבויגן אונטער דער ווירקונג פון דער וואַרעמקייט. די פלאַך האָט פאַרלאָרן איר ג ל י י כ אַ ר ט י ק י י ט. עס האָבן זיך באַוויזן אין איר בערגלעך, טאָלן און אַלערליי אומרעגלמעסיקע אויסבויגונגען און אויסקרימונגען. דורך יענע אויסגעקרימטע שטעלן קאָנען מיר שוין נישט ציען קיין שנור־גלייכע ליניעס. יעדע ליניע אַזאַ מוז אויך ווערן אויסגעקרימט און אויסגעבויגן. אויך קאָנען מיר שוין נישט זאָגן, אַז די פלאַך האָט נאָר צוויי דימענזיעס; די בערגלעך און טאָלן קאָנען שוין געמאָסטן ווערן אויך אין דער הויך און אין דער טיף.

איינשטיין נעמט אָן, אַז דאָרטן, ווו עס געפינען זיך שווער־פעלדער, — און ווו זענען זיי נישטאָ? — זענען אַלע רוימלעכקייטן אויסגעקרימט און אויסגעבויגן אויף אַן ענלעכן אופן.

אין אַזאַ רוימלעכקייט פאַרלירט זיין באַדייטונג יענער כלל גדול, אויף וועלכן עס איז אויפגעבויט די גאַנצע אויקלידי־שע געאָמעטריע. מיר מיינען דאָ יענעם אַקסיאָם, וואָס זאָגט, אַז

דער קירצסטער מהלך צווישן צוויי פונקטן איז תמיד די שנור־גלייכע ליניע. די ווירקלעכע רוימלעכקייט איז אַזוי געבויט, אַז קיין שנור־גלייכע ליניעס קאָנען אין איר גאָרנישט געצויגן ווערן; זיי מוזן אַליין ווערן אויסגעקרימט און אויסגעבויגן, ווי די רוימלעכקייט גופא.

וואָס דען איז דעמאָלט דער קירצסטער מהלך צווישן צוויי פונקטן? ווי זאָלן מיר דען דעמאָלט מעסטן די ווייטקייטן צווישן זיי, אויב נישט מיט שנור־גלייכע ליניעס?

דער קירצסטער מהלך צווישן צוויי פונקטן אין אַזאַ אויסגעקרימטן רוים וועט דעמאָלט מוזן זיין נישט יענע אַ ב ס ט ר אַ ק ט ע שנור־גלייכע ליניע, וואָס מיר ציען אין געדאַנק אין אַן אַבסאָלוט־ליידיקן חלל, נאָר יענע פּ אַ ק ט י ש ע ליניע, וואָס איז אונטער די געגעבענע קאָנקרעטע רוימלעכע אומשטענדן די מ ע ג ל ע כ ס ט־ק י ר צ ס ט ע.

צו אַזאַ ליניע איז מען אין דער וויסנשאַפטלעכער פּראַקטיק שוין פון לאַנג אָן צוגעוווינט. ווען אַ פעלד־מעסטער דאַרף מיט זיין קייט אויסמעסטן אַ געוויסן שטח ערד, וואָס איז פול מיט בערגלעך און טאָלן, קאָן ער נישט אַלע מאָל אָנציען זיין קייט אין אַ שנור־גלייכער ליניע צווישן יענע צוויי פונקטן, וועמעס מהלך ער וויל אויסמעסטן. ער מוז אָנקומען צו אַ ג ע־ב ו י ג ע נ ע ר ליניע, אָבער אַזאַ, וואָס גיט אונז אָן דעם פּאַקטיש קירצסטן מהלך צווישן זיי. די וויסנשאַפט פון פעלד־מעסטן איז אַ פּראַקטיש־אָנגעווענדטע געאָמעטריע און רופט זיך ג ע אָ ד ע ז י ע. די ליניע, מיט וועלכער זי אַרבעט, וואָס גיט אונז אָן דעם פּ אַ ק ט י ש־קירצסטן מהלך צווישן צוויי פונקטן, ווערט אָנגערופן אַ „ג ע אָ ד ע ט י ש ע ל י נ י ע".

איינשטיין, וואָס נעמט אָן, אַז קיין ריין־אויקלידישער רוים איז אין ערגעץ נישטאָ אויף דער וועלט; אַז ער איז אומעטום,— אפילו אין דער לופטן און אין די הימל־רוימען, צווישן שטערן און פּלאַנעטן, — פונקט אַזוי אויסגעבויגן און אויסגעקרימט, ווי אין אַ בערגלדיקער געגנט אויף דער ערד, וויל דעריבער האָבן, אַז מיר זאָלן בכלל אויפהערן צו רעדן וועגן שנור־גלייכע ליניעס

אין דער וועלט און אומעטום פאַרבייטן זיי אויף געאָדעטי־שע ליניעס.

דער צווייטער וויכטיקער חילוק צווישן דעם אויקלידישן און דעם — לאָמיר אים אַזוי אָנרופן — „איינשטיינשן" רוים איז שוין פון אונז אָנגעמערקט געוואָרן אין דעם סוף פון דעם פריערדיקן קאַפּיטל.

אין אַ אויקלידישן רוים קאָנען מיר זיך נישט פאָרשטעלן, אַז אַ פעסטע פיגור, צ. ב. אַ קוב — זאָל איבערבייטן זיין פאָרם בלויז דערפאַר, וואָס ער באַוועגט זיך אָדער ווערט אריבערגע־טראָגן אין געדאַנק פון איין אָרט אין דעם וועלטן־רוים אויף אַן אַנדערן. ווען איר שניידט אויס אין געדאַנק אַ קוב „חלל" און איר לאָזט אים באַוועגן זיך אין דעם ליידיקן „וועלט־חלל" ביז צו דער אומענדלעכקייט, קאָנט איר זיך נישט פאָרשטעלן קיין איין אורזאַך, פאַר וואָס ער זאָל ערגעץ־ווו און ווען עס איז פאַרלירן זיין קובישע פאָרם און פאַרענדערן זיין וואָלום.

אין דערווירקלעכער וועלט אָבער, וואָס איז פול מיט אויסגעקרימטע רוימלעכקייטן, קומט אַזאַ „אוממעגלעכקייט" פאָר. די קאָנטורן פון אפילו די פעסטסטע קערפּערס בייטן זיך לויט די אָרטיקע רוימלעכע אומשטענדן.

מיר קאָנען אונז גרינגער מאַכן די פאָרשטעלונג פון אַזאַ „אוממעגלעכקייט", ווען מיר באַטראַכטן די אָפּשפּיגלונג פון אַ קוב אין אַן אומרעגלמעסיק־אויסגעקרימטן שפּיגל. ווי נאָר איר שטעלט פאַר אים אַוועק דעם קוב, אַזוי באַמערקט איר, אַז זיין אָפּבילד פאַרלירט זיין קובישע פאָרם. ער ווערט צעהויקערט אין אַלע זייטן. און ווען איר באַוועגט דעם קוב אין פאַר־שיידענע ריכטונגען פאַר דעם שפּיגל, זעט איר, ווי זיין אָפּבילד בייט אַלע ווײַלע זיינע קאָנטורן, עס ווענדט זיך אָן דעם פלאַץ, אויף וועלכן ער ווערט אָפּגעשפּיגלט.

דאָס וואָס עס פּאַסירט מיט דעם אָפּבילד פון אַ וועלכער עס איז פעסטער פיגור אין אַן אומרעגלמעסיק־אויסגעקרימטן שפּיגל, דאָס קומט, לויט איינשטיינען, פאָר מיט אַלע ווירקלעכע פעסטע קערפּערס, ווען זיי באַוועגן זיך אין דעם אומרעגלמע־

סיק-אויסגעקרימטן וועלטן-רוים. אויך זיי בייטן זייערע קאָנ-טורן, — און ממילא זייערע וואָלומס, — עס ווענדט זיך אָן דעם, אין וועלכער רוימלעכער אויסקרימונג זיי געפינען זיך אין יעדן געגעבענעם מאָמענט.

דערווירקלעכער וועלט-רוים איז נישט קיין אויקלידישער. דער „בוי-פּרינציפּ״ — אויב מען מעג נאָך אָנווענדן מעטאַפאָרעס, וואָס דערמאָנען אָן דעם „וועלט-אַרכיטעקטאָר״, — דער „בוי-פּרינציפּ״, וואָס ליגט אין דעם יסוד פון דעם וועלטן-רוים, איז נישט די שנור-ליניע, נאָר די אויסגעקרימטע.

די אויסקרימונגען גופא זענען נישט אומעטום פון דערזעל-ביקער פאָרם און דערזעלביקער שטאַרקייט. זיי בייטן זיך פון אָרט צו אָרט און פון צייט צו צייט אין דעמזעלביקן אָרט, און — געדענקט אַלע מאָל! — זיי מוזן געמאָסטן ווערן לויט די פּרינ-ציפּן פון רעלאַטיוויטעט.

וואָס רופט אַרויס זייערע פאַרשיידענע ענדערונגען און געשטאַלטונגען? דער צושטאַנד פון די מאַטעריעלע מאַסן, אין וועלכע די רוימלעכקייטן געפינען זיך, ענטפערט דערויף איינשטיין. מאַסן זענען אָבער נישט קיין אַנדער זאַך, ווי קאָנ-דענסירטע ענערגיעס. הייסט עס, אַז די געשטאַלטונג פון די רוימלעכקייטן און די צייטלעכקייטן אין דער נאַטור הענגט אַלע מאָל אָפּ פון די פאַרשיידענע קראַפט-פעלדער, וואָס ווערן באַשאַפן דורך דעם שפּיל פון די פאַרשיידענע נאַטור-קרעפטן.

די וויכטיקסטע פון אַלע קראַפט-פעלדער זענען יענע, וואָס קומען אַרויס פון דער שווער-קראַפט, ווייל יענע ענערגיע-פאָרם, וועלכע מיר רופן שווער-קראַפט, געפינט זיך אין יעדער מאַסע, וואָס פאַראַ אַנדערע אייגנשאַפטן זי זאָל דערביי נישט האָבן.

וואָס מער „מאַטעריעלע״ מאַסן עס געפינען זיך אין אַ וועלכן עס איז אָרט אין דער וועלט, און וואָס שנעלער עס קו-מען פאָר זייערע באַוועגונגען — איינע רעלאַטיוו צו די אַנ-דערע — אַלץ שטאַרקער אַפעקטירן זיי די רוימלעכקייט, אַלץ באַדייטנדיקער ווערן אירע רעלאַטיווע אויסקרימונגען. און צוריק;

וואָס קלענער עס זענען די מאָסן, און וואָס לאַנגזאַמער עס זענען זייערע באַוועגונגען — אין פאַרגלייך צו דער געשווינדקייט פון אַ ליכט-שטראַל — אַלץ אומבאַדייטנדיקער זענען די רוימלע-כע אויסקרימונגען אַזוי, אַז זיי קאָנען זיך מער אָדער ווייניקער דערנענטערן צו אַן אויקלידישן רוים, וואָס איז „געבויט" אויף דעם פרינציפּ פון אַ שנור-גלייכער ליניע.

מיר, מיט אונזער ערד, מיט אונזער זון און מיט די פּלאַ-נעטן, וואָס דרייען זיך אַרום איר, — געפינען זיך אין אַ וועלט-ווינקל, וואָס איז לפי ערך אָרעם אין גרויסע מאַסן, און די מ'שטיינס געזאָגט — עטלעכע פּלאַנעטלעך, — מאָנעלעך, אַרבעסלעך און ניסעלעך, — וואָס דרייען זיך אַרום דער זון, איז — קוים וואָס זיי שלעפּן זיך אין זייער „לויף" — ריכטיקער אין זייער „קריכעניש" אַרום דעם צענטראַל-קערפּער, — ווען מען פאַרגלייכט דידאָזיקע קריכעניש מיט דער שנעלקייט פון אַ זון-שטראַל.

דעריבער זענען די רוימלעכקייטן אין אונזער הימל-געגנט דאָס רוב אַזעלכע, וואָס דערווייטערן זיך — לויט זייערע אויס-קרימונגען, — זייער ווייניק פון אַן אויקלידישן רוים. דעריבער איז אויך מעגלעך געוועזן די אויסבילדונג פון אַ נאַטורוויסנ-שאַפט, — דער עיקר אַ פיזיק און אַ אַסטראָנאָמיע, — וואָס האָט אַלע אירע רוימלעכע חשבונות געמאַכט אויף דעם יסוד פון דער אויקלידישער געאָמעטריע. אָבער פאַראַן זענען זיי, יענע אויסקרימונגען, און ווער עס וויל פאַרשטיין די באַוועגונגען פון אַלע מאַסן אין אונזער הימל-געגנט, און וויל אויסגעפינען אַן אַלגעמיין געזעץ פאַר זיי, דער דאַרף זיך קודם-כל רע-כענען מיט די רוימלעכע אויסקרימונגען, וואָס ווערן באַשאַפן דורך זיי.

אָט די פונדאַמענטאַלע געדאַנקען וועגן דעם רוים-געבוי גיבן איינשטיינען די מעגלעכקייט אויסצוזרעכענען אַלגעמיינע פאָרמולעס פאַר אַלע מעגלעכע באַוועגונגען אין אַלע מעגלעכע שווערקייטס-פעלדער. ווענדט מען אָבער אָן יענע אַלגעמיינע פאָרמולעס אויף די אונז באַקאַנטע אַסטראָנאָמישע דערשיינונגען,

אַזוי שפּרינגט פון יעם אַרויס אַ גאַנצע רעוואָלוציע אין דער מאָדערנער אַסטראָנאָמיע, וואָס איז אויפגעבויט אויף דער ניוטאָנ־שער לערע. מיר וועלן אָט שוין זען אין וואָס זי באַשטייט.

לאָמיר נעמען אונזער ערד־אַרבעסל, וואָס דרייט זיך אַרום דער זון. זיין באַוועגונגס־ליניע אַרום דעם צענטראַל־קער־פּער איז נישט קיין „עיגול״, נישטי קיין קרייז, נאָר אַן עליפּס: אַן אין זיך געשלאָסענע קרומע ליניע, וואָס זעט אויס אַן ערך ווי דער לענג־שניט פון אַן איי.

פאַרוואָס דוקא אַן עליפּס? ניוטאָן האָט דערויף געגעבן דעם ענטפער דורך זיין באַרימטער טעאָריע פון וועלט־גראַ־וויטאַציע.

אין אַלע קערפּערס אין דער וועלט הערשט אַ געמיינשאַפטלעכע צוציאונגס־קראַפט (גראַוויטאַציע). די צוציאונגס־קראַפט איז גלייך פּראָ־פּאָרציאָנעל צו זייערע מאַסן און אומגעקערט פּראָפּאָרציאָנעל צו דעם קוואַדראַט פון דעם מהלך, וואָס צווישן זיי. וואָס מער מאַסע זיי האָבן און וואָס נענטער זיי זענען איינער צום דעם אַנדערן, אַלץ שטאַרקער ציען זיי זיך איינער צו דעם אַנדערן.

וואָלט די ערד אין איר באַוועגונג אַרום דער זון גע־שטאַנען אונטער דער שליטה פון נאָר אָט דער שווער־קראַפט, וואָלט איר באַוועגונג געגאַנגען אין אַ שנור־ליניע, וואָס ציט זיך פון איר צו דער זון, און איר געשווינדקייט וואָלט זיך אַלץ פאַרגרעסערט, וואָס מער זי וואָלט זיך דערנענטערט צו דער זון. אין אַ לפי ערך גאַנץ קורצער צייט וואָלט זי אַראָפּ־געפאַלן אויף איר.

פאַר וואָס פאַלט זי נישט אַראָפּ אויף דער זון?

ווייל די באַוועגונג פון דער ערד שטייט אונטער דער שליטה פון נאָך אַ קראַפט: דעם אינערציאַלן אימפּעט. מיר ווייסן שוין, פון גאַלילעיס צייטן אָן, אַז ווען אַ מאַסע באַ־קומט אַ וועלכן עס איז אימפּעט, טראָגט זי זיך מיט דעמזעלביקן אימפּעט, דערזעלביקער געשווינדקייט אין איין שנור־גלייכער לי־ניע עד סוף כל הדורות. אָפּגעריסן זיך פון דער זון־מאַסע, האָט

די ערד געדאַרפט אָנהויבן, אַ דאַנק איר אינערציאַלן אימפעט, אַלץ ווייטער און ווייטער פליען פון דער זון.

אויף אַזאַ אופן ווירקן אויף דער ערד צוויי פאַרשיידענע קרעפטן, וואָס טרייבן זי אין צוויי פאַרשיידענע געשווינדקייטס-אָרטן: א) די שווער-קראַפט, וואָס טרייבט זי אין אַ „פאַל"-באַוועגונג, אין איין שנור-גלייכער ליניע צו דער זון, מיט אַן אַלץ פאַרשנעלערטער געשווינדקייט, און ב) די אינערציאַלע טראָג-קראַפט, די צענטריפוגאַל-קראַפט, וואָס טרייבט זי צו גיין אין אַ שנור-גלייכער ליניע אָן אַ זייט פון דער זון און צו טראָגן זיך עד סוף כל הדורות אין איין און דערזעלביקער ריכטונג, מיט איין און דערזעלביקער שנעלקייט דורך דעם אומענדלעכן וועלטן-רוים.

ביידע קרעפטן ווירקן אויף דער ערד אין יעדער רגע, — אין יעדן טויזנט-בילאָנסטל טייל פון אַ רגע. אין יעדן צייט-מאָמענט ווירקט אויף איר אָט דער סינטעז פון צוויי אַנטקעגנגעזעצטע קרעפטן: דעם פאַלן אויף דער זון און דעם אַוועקפליען פון דער זון. רעכנט מען מאַטעמאַטיש אויס, אין וואָס פאַר אַ וועג-אויסבויג עס דאַרף זיך באַוועגן די ערד אונטער דער שליטה פון אָט דעם סינטעז, געפינען מיר, אַז דאָס קאָן נישט זיין קיין אַנדער ליניע, ווי נאָר דער עליפּס.

דאָס אייגענע איז אמת בנוגע צו אַלע אַנדערע פּלאַנעטן, וואָס דרייען זיך אַרום דער זון. און ווען מיר באַטראַכטן די ווירקונגען פון דער שווער-קראַפט אין דעם גאַנצן זונען-סיסטעם— פון די פּלאַנעטן און קאָמעטן איינע אויף די אַנדערע — און מיר קאָמבינירן די ווירקונגען פון דערדאָזיקער שווער-קראַפט מיט די ווירקונגען פון די אינערציאַלע טראָג-קרעפטן, וואָס אין זיי, געפינען מיר אויס, אין וואָס פאַר אַ באַשטימטן עליפּס, מיט וואָס פאַר אַ באַשטימטער געשווינדקייט און אין וואָס פאַר אַ משך צייט יעדער פון יענע קערפּערס מוז מאַכן זיין אַרומדריי אַרום דער זון.

די אַסטראָנאָמישע באַאָבאַכטונגען פאַראמתן די מאַטעמאַטישע אויסרעכענונגען.

ניוטאָן האָט אויף אַזאַ אופן אַנטפּלעקט פאַר אונז די סודות פון דעם הימל, און זיין גראַוויטאַציע־טעאָריע איז דערהויבן געוואָרן צו דער מדרגה נישט נאָר פון אַ וויסנשאַפטלעך גוט־איינגעפונדעוועטער טעאָריע, נאָר צו דער מדרגה פון אַ וויסנ־שאַפטלעך־באַוויזענעם געזעץ. עס איז דאָ אין דער וועלט אַזאַ מין זאַך, ווי אַ צוציאונגס־קראַפט און די צוציאונגס־קראַפט ווירקט אויף אַ מהלך פון ביליאָנען און ביליאָנען מיילן אַזוי, אַז יעדעס קלענסט זעמדעלע, יעדעס קלענסט גרעזעלע און יעדעס קלענסט ווערימל אויף דער ערד, זענען אויסגעבונדן דורך איר מיט דעם ווייטסטן און גרעסטן שטערן אויפן הימל.

איצטער לאָמיר פּרווון באַטראַכטן ניוטאָנס טעאָריע און דעם לויף פון דער ערד אַרום דער זון אין דעם ליכט פון איינשטיינס רעלאַטיוויטעטס־טעאָריע.

אויף דעם לויף פון דער ערד ווירקן צוויי קרעפטן? גוט, לאָמיר זיי דורכנעמען איינציקווייז.

קודם וועלן מיר זיך מיען קלאָר צו ווערן בנוגע יענער באַוועגונג פון דער ערד, וואָס דאַרף פאָרקומען אונטער דער ווירקונג פון דער אינערציאַלער קראַפט. עס פאַרשטייט זיך, אַז מיר קאָנען נישט צוגעבן, די אינערציאַלע קראַפט זאָל טראָגן די ערד אין אַ שנור־גלייכער ליניע. אַזעלכע שנור־גלייכע ליניעס — ווייסן מיר — זענען גאָר אויף דער וועלט נישטאָ. די אינערציאַ־לע קראַפט דאַרף טרייבן די ערד — ווי איינשטיין לערנט אונז — אין אַ געאָדעטישער ליניע ד. ה. אין יענער ליניע, וואָס איז דער פאַקטיש־קירצסטער וועג צווישן די פאַרשיידענע רוים־אויסקרימונגען, דורך וועלכע די ערד דאַרף דורכגיין, ווי אַ קליין שיפעלע, געטראָגן פונם ווינט, דורך די וואַסער־בערג און וואַסער־טאָלן פון אַן אויפגעבראַוזטן ים.

אָט די געאָדעטישע ליניע פאַר דער אינערציאַלער באַוועגונג פון דער ערד, ד. ה. פאַר דער באַוועגונג, וואָס שטייט נישט אונטער קיין שליטה פון אַ וועלכער עס איז צוציאונגס־קראַפט פון דער ווייט, קאָנען מיר אויסרעכענען, ווען מיר וועלן אַריינ־

ציען אין חשבון: א) די פאַרשיידענע מאַסן, וואָס געפינען זיך אין דער זונען־סיסטעם און די שווער־פעלדער, וואָס זיי באַשאַפן; ב) די באַוועגונגען זייערע. וואָס מיר זעען פאַקטיש אויפן הימל (רעלאַטיוו צו דער זון); ג) די רוים־אויסקרימונגען, וואָס די שווער־פעלדער רופן אַרויס; ד) און מסתמא נאָך אַנדערע זאַכן, וואָס זענען אַריינגעאַרבעט געוואָרן אין די איינשטיינשע אַלגעמיינע פאָרמולעס. די אַלע חשבונות דאַרפן מיר מאַכן, געדענקענדיק א) אַז די רוימלעכקייטן און צייטלעכקייטן זענען נישט קיין אַבּסאָלוטע, נאָר רעלאַטיווע און אַז זייערע מאָסן ענדערן זיך אונטער דער שליטה פון באַוועגונגס־געשווינדקייט, ב) אַז פאַר רוים־מאָסן און צייט־מאָסן טאָר מען נישט פירן קיין באַזונדערע חשבונות, נאָר אַז רוים און צייט דאַרף גערעכנט ווערן, ווי אַן איינהייט, וואָס ווערט געמאָסטן אין פיר אויסמעסטונגען; ג) אַז די מאַסן דאַרפן גערעכנט ווערן נאָר ווי אינערציאַלע מאַסן, ד. ה. ווי סכומען קאָנדענסירטע וועלט־ענערגיע; ד) אַז דערביי דאַרף אָפּגעהיט ווערן דאָס געזעץ פון דער דערהאַלטונג פון ענערגיע און ה) מסתמא נאָך אַנדערע זאַכן, וואָס זענען שוין אַלע אַריינגערעכנט געוואָרן אין די אַלגעמיינע פאָרמולעס.

האָבנדיק אָט די אַלע דאַטן — און „מיר" האָבן זיי — קאָנען מיר, אויף דעם סמך פון יענע פאָרמולעס, איינס און צוויי אויסרעכענען די געאָדעטישע ליניע פאַר דער אינערציאַלער באַוועגונג פון דער ערד.

דאָס הייסט, עס רעדט זיך אַזוי: „איינס און צוויי". פאַר מיר און פאַר יענע לייענער מיינע, וואָס זענען אַקוראַט אַזעלכע מאַדימס אין מאַטעמאַטיק, ווי איך, דאַרף דער חשבון פאַרנעמען, רעכן איך, אַ וואָסערע צוויי־דריי אייביקייטן. אָבער דאָס מאַכט נישט אויס. דעם חשבון האָט שוין איינשטיין געמאַכט, און מיר האָבן שוין לאַנג אויסגענומען מיט אים אַ תנאי, אַז ער נעמט אויף זיך די גאַנצע אחריות פאַר אים. ווייסן מיר: ער האָט געפירט אין „רעכן־פעלד" אַלע זיינע בעסטע חילות: באַטאַליאָנען פון לאַטיינישע און גריכישע אותיות פון

„קוואַדראַט-וואָרצלען״, „סינוסן״ און „קאָסינוסן״; פון „אינטעגראַלן״ און „דיפערענציאַלן״, פון „אַבסציסן״ און „קאָאָרדינאַטן״, אַלע אָנגעפירט פון די נייע גענעראַלן אין דער העכערער מאַטעמאַטיק: די „טענסאָרן״ און די „וועקטאָרן״.

ווייסן מיר שוין: יענע חילות טוען זייער אַרבעט גרינטלעך און פּינקטלעך. אונז דאַרף אינטערעסירן נאָר דער רעזולטאַט. און וואָס איז דער רעזולטאַט, וועלכן זיי האָבן אויסגעקעמפט?

אַ חידושדיקער רעזולטאַט! עס ווייזט זיך אַרויס, אַז די געאָדעטישע ליניע פון דער ערד, וועלכע זי דאַרף דורכלויפן איבער די אויסקרימונגען פון דעם רוים נאָר אונטער דער ווירקונג פון דער אינערציע אַליין, פאַלט פּונקט אין פּונקט צונויף מיט יענעם עליפּס, וועלכן זי באַשרייבט אין דער ווירקלעכקייט אַרום דער זון, — יענעם עליפּס, וואָס האָט געזאָלט זיין אַ רעזולטאַט נישט פון איין קראַפט, נאָר פון צוויי קרעפטן.

סטייטש! און די שווער-קראַפט? זי האָט דאָך געמוזט שפּילן אַ ראָלע דערביי? יאָ, זי האָט געשפּילט. אויף וויפל מען האָט געהאַט צו טאָן מיט ווירקלעך-באַאָבאַכטעטע פאַקטן, איז זי אינגאַנצן אויסגעגעבן געוואָרן אויף דער אויסרעכענונג פון די רוים-אויסקרימונגען, אַ דאַנק די שווער-פעלדער, וואָס ווערן באַשאַפן אין איר.

אָבער — די אַלגעמיינע גראַוויטאַציע?! דאָס „געזעץ״ פון דער צוציאונגס-קראַפט, וואָס ווירקט דירעקט פּראָפּאָרציאָנעל צו די מאַסן און אומגעקערט פּראָפּאָרציאָנעל צו די מהלך-קוואַדראַטן? ווהין ברענגען מיר אים אַריין אין חשבון? לייַדער, ליידער איז פאַר אים קיין ברעקל פּלאַץ נישט געבליבן אין דער דערקלערונג פון די הימל-דערשיינונגען.

די באַוועגונגס-ליניע פון דער ערד אַרום דער זון האָט זיך דערקלערט ווי אַ רעזולטאַט פון אַ ריין-אינערציאַלער באַוועגונג, וואָס טראָגט זיך מיט דעם אייגענעם אימפּעט אין איר „געאָדעטישער״ ליניע, אָן אַ ברעקל ווירקונג אויף איר פון אַ וועלכער עס איז צוציאונגס-קראַפט. ניוטאָנס טעאָריע, וואָס

האָט ביז איינשטיינען באַהערשט אַלע דענקנדיקע און פאָרשנדיקע מוחות (מיט גאָר אַ ווינציקן אויסנאַם פון אַ פּאָר שאַרפע קריטישע דענקער), — ניוטאָנס טעאָריע איז אַזוי אַרום געצוואונגען אָנצוגעבן זיך אין דעמיסיע, „ווייל מען דאַרף זי נישט מער", אָדער ריכטיקער: „פאַר אויסגעדינטע יאָרן". דערין באַשטייט די גרויסע רעוואָלוציע, וועלכע איינשטיין האָט דורכגעפירט. עס איז אַראָפּגעשליידערט געוואָרן פון טראָן אַ מלכותדיק געזעץ, וואָס האָט באַהערשט די גאַנצע וויסנשאַפט און דאָס גאַנצע מענטשלעכע דענקען ביז אַהער.

אַך! ווען אויך אין די געזעלשאַפטס-וויסנשאַפטן וואָלטן מיר געהאַט אַזעלכע פּינקטלעכע אַרבעטס-געצייג, ווי די אַסטראָנאָמיע און די מאַטעמאַטיק! וויפל בכבודיקע טעאָריעס, וואָס פאַרנעמען נאָך דעם אויבנאָן אין דעם סאָציאַל-פילאָזאָפישן געדאַנק וואָלטן שוין איצטער געקאָנט פּענסיאָנירט ווערן „פאַר אויסגעדינטע יאָרן".

און אָט אין דעם באַשטייט זי, די גרויסע רעוואָלוציע, וועלכע איינשטיין האָט אַריינגעטראָגן אין דער אַסטראָנאָמיע: די באַוועגונגען פון אַ ל ע הימל-קערפּערס אַרום דער זון, וועלכע מען האָט פריער געמוזט דערקלערן דורך דער „צוציאונגס-קראַפט", וואָס ווירקט אויף דער ווייט, ווערן איינפאַכער, פּשוטער, ווייל א י י נ ה י י ט ל ע כ ע ר, מ אָ נ י ס ט י ש ע ר, דערקלערט בלויז דורך דער ווירקונג פון דער אינערציאַל-קראַפט.

און אָט די דערקלערונג וואַקסט אַרויס פון דער „עקוויוואַלענץ"-טעאָריע, וואָס לערנט, אַז אַ שווער-קראַפט-באַוועגונג און אינערציאַלע באַוועגונג זענען ביידע רעלאַטיוו און קאָנען זיך בייטן מיט זייערע ערטער.

און די עקוויוואַלענץ-טעאָריע וואַקסט פון איר זייט אַרויס פון דער ספּעציעלער רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע, וואָס לערנט, אַז רו און באַוועגונג זענען ר ע ל אַ ט י ו ו, אַז רוים-מאָסן און צייט-מאָסן זענען רעלאַטיוו, אַז אַ קלאַפּטער איז נישט אַלע מאָל אַ קלאַפּטער די גרויס און אַז אַ סעקונדע דויערט נישט אַלע מאָל אַ סעקונדע.

די באַדייטונג פון איינשטיינס ענטפער אויף דער גראַוויטאַציע־פּראָבלעם און זיין רעוואָלוציע אין דער אַסטראָנאָמיע באַשטייט נישט נאָר אין דעם, וואָס ס׳האָט דיזעלביקע פאַקטן און דערשיינונגען באַלויכטן פון אַן אַנדער שטאַנדפּונקט. אמת, דאָס אַליין: די פ אַ ר א יי נ ה יי ט ל ע כ ו נ ג פון אונזער וועלט־באַטראַכט וואָלט סוף־כּל־סוף דורכגעקעמפּט פאַר איינשטיינס לערע די איבערהערשאַפט אין דער וויסנשאַפט. זי וואָלט אָבער נישט געקאָנט נעמען די וויסנשאַפטלעכע וועלט אין שטורעם. דער גרויסער רושם, וואָס זי האָט געמאַכט, שטאַמט דערפון, וואָס זי האָט, ערשטנס, פ אָ ר א ו י ס ג ע ז אָ ג ט הימל־דערשיינונגען, וואָס וואָלטן גאָר געווען אוממעגלעך, ווען די ניוטאָנשע מעכאַניק וואָלט געווען אמת. מיר מיינען דאָ די אויסבויגונג פון די ליכט־שטראַלן, וועגן וועלכע מיר האָבן גערעדט אין איינעם פון די פריקע קאַפּיטלען. צווייטנס אָבער האָט איינשטיינס טעאָריע פאַרענטפערט אַ האַרבע שאלה אין דער אַסטראָנאָמיע פון דער זון־סיסטעם, אויף וועלכער ניוטאָנס טעאָריע האָט נישט געהאַט קיין ענטפער. דאָס איז די מעשה מיט דעם פּלאַנעט מערקור.

על פּי ניוטאָנס טעאָריע דאַרף אויסקומען, אַז דער עליפּס־וועג, אין וועלכן אַ פּלאַנעט גייט אַרום דער זון, דאַרף בלייבן תמיד דער זעלביקער, ווען מען זאָל אים באַטראַכטן אין רעלאַציע צו די רוענדיקע שטערן: דאָס הייסט, אַז דער פּלאַנעט גייט אַלע יאָר דורך דורך דיזעלביקע שטעלן אין רוים. אין דער ווירקלעכקייט, אמת, היט ער נישט איין פּינקטלעך זיין וועג. די קליינע אומרעגלמעסיקייטן דערקלערן זיך אָבער צום טייל דורך דער ווירקונג פון די אַנדערע פּלאַנעטן און צום טייל דורך דעם פאַקט, וואָס אויך די „רוענדיקע״ שטערן (די „פיקס״־שטערן) קאָנען נישט איינרוען אויף זייערע פּלעצער. רעכנט מען אַראָפּ פון חשבון אָט די קליינע שטערונגען, מוז דער עליפּס־וועג פון אַ פּלאַנעט זיין אַ שטענדיקער און אַ פעסטער. דער פּלאַנעט באַוועגט זיך אין זיין עליפּס, פּונקט ווי ער וואָלט זיך בעקייקלט אויף אַן עליפּטיש־געפורעמטער דאַמבע, וואָס רירט זיך קיינמאָל נישט פון איר אָרט.

דאָס איז אמת פאַר אַלע פּלאַנעטן, מיט איין אויסנאַם: דעם קליינעם שייגעץ מערקור, דעם נאָנטסטן צו דער זון. נישט נאָר ער אַליין, נאָר אויך די „דאַמבע" זיינע, אויף וועלכער ער לויפט, רוט נישט איין. זי דרייט זיך אויך פּאַמעלעך אין דער זעלביקער ריכטונג, אין וועלכער איר פּלאַנעט לויפט. אין אַ הונדערט יאָר פאַרענדערט די „דאַמבע" איר לאַגע אין רוים אויף דער גאַנץ קענטלעכער צאָל פון אַן ערך 43 בויגן־סעקונדן.

כדי צו דערקלערן אַזאַ דערשיינונג, וואָס גייט להיפך צו די רעזולטאַטן פון ניוטאָנס טעאָריע, האָבן פאַרשיידענע געלערנטע אָנגעווענדט פאַרשיידענע סברות, ספּעציעל צוגעטראַכטע צוליב אָט דעם פאַל.

לויט איינשטיינס אַלגעמיינע רעלאַטיוויטעטס־לערע און די פון איר צונויפגעשטעלטע פאָרמולעס פאַר דער באַוועגונג פון די פּלאַנעטן, דערקלערט זיך אָבער דער ענין זייער פּשוט. דער חשבון באַווייזט, אַז אַלע געאָדעטישע ליניעס (די „דאַמבעס"), אין וועלכע עס באַוועגן זיך די פּלאַנעטן אַרום דער זון, קאָנען נישט איינהאַלטן איין מאָל פאַר אַלע מאָל זייער לאַגע אין דעם וועלטן־רוים. זיי מוזן אַליין דורכמאַכן אַ דריי־באַוועגונג אין דעם זעלביקן זין, ווי דאָס טוט מערקורס „דאַמבע". דער חשבון באַווייזט אָבער אויך, אַז ביי אַלע אַנדערע פּלאַנעטן מוז אָט די דריי־באַוועגונג זיין אַזאַ מינימאַלע, אַז אין אַ משך פון יאָרהונדערטער קאָן מען מיט אונזערע מיטלען נישט באַמערקן קיין שום ענדערונג אין דער לאַגע פון זייערע חעגן, אַז נאָר ביי מערקורן זענען די באַדינגונגען אַזעלכע, אַז די דריי־באַוועגונג פון זיין עליפּס זאָל קאָנען ווערן קענטלעך, און אַז זי דאַרף באַטרעפן אַן ערך 43 סעקונדן אין אַ הונדערט יאָר, — וואָס דאָס שטימט פּינקטלעך צונויף מיט דערווירקלעכער לאַגע־ענדערונג פון זיין וועג.

אַזוי אַרום האָט איינשטיינס טעאָריע, גאָרנישט טראַכטנדיק ספּעציעל וועגן דעם פּלאַנעט מערקור, געבראַכט מיט זיך אַ דערקלערונג פאַר איינע פון די שווערסטע פּראָבלעמען אין דער אַסטראָנאָמיע, וואָס האָט אָפּגעשאַפט אַלע סתירות און אומ־

רעגלמעסיקייטן. דער פּלאַנעט מערקור איז נ י ש ט קיין אויסנאַם פון דעם אַלגעמיינעם כלל און פּירט זיך אויף לויט דיזעלביקע געזעצן, וואָס אַלע אַנדערע חשובע פּלאַנעטן. ער טוט נישט קיין אַנדער זאַך, ווי זיי אַלע; ער לויפט אינערציאַל אין זיין געאָדעטישער ליניע דורך די רוים־אויסקרימונגען אין זיין הימל־געגנט, ווי אַ שיפעלע געטריבן דורכן ווינט דורך די וואַלן און טאָלן פון ים.

און אַזוי איז דאָס מיט אַלע באַוועגונגען אין דער נאַטור. זיי אַלע זענען אין דער לעצטער ליניע אינערציאַל־באַוועגונגען. דאָס איז די העכסטע פּאַראַלגעמיינערונג, מיט וועלכער עס ווערט אָפּגעשלאָסן די אַלגעמיינע רעלאַטיוויטעטס־לערע.

מיר גייען איצטער איבער צו דעם שלוס־פּונקט פון איינשטיינס לערע — דעם דריטן טייל אירן, וואָס טראָגט דעם נאָמען: „באַטראַכטונגען וועגן דער וועלט, ווי אַ גאַנצקייט״.

אויך דאָ, ווי אין אַלע טיילן פון איינשטיינס לערע, ליגט אויפן גרונט אַ וועלכע עס איז אינעווייניקסטע סתירה אין די אַלטע געדאַנקען, אָדער אַ האַרבע שאלה, אויף וועלכער די פּריצרדיקע נאַטור־וויסנשאַפט האָט נישט געקאָנט געבן קיין תירוץ מספּיק. און אויך דאָ שפּילט די הויפּט־ראָלע דער מאַטעמאַטישער באַוויז, געפּאָרט מיט דער אַבסאָלוטער פרייהייט פון דענקען; מיט דעם קוראַזש זיינעם, נישט נתפּעל צו ווערן, ווען דער חשבון פירט צו משונהדיקע רעזולטאַטן, וואָס ווילן זיך נישט לייגן אויף דעם געוויינלעכן מענטשלעכן שכל.

די הויפּט־פּראַגע, פאַר וועלכער איינשטיין נעמט זיך אין אָט דעם טייל, איז איינע פון די עלטסטע און שווערסטע פּראָבלעמען, וואָס האָבן באַשעפטיקט די מענטשלעכע מוחות. איז די וועלט אומענדלעך, סיי אין רוים, סיי אין צייט, אָדער זי האָט אַ גרענעץ און אַן ענד איןביידע פּרטים?

איינשטיין לאָזט דאָ אָן אַ זייט די פּראַגע וועגן דער צייט און פאַרנעמט זיך נאָר מיט דער אומענדלעכקייט־פּראָבלעם אין דעם רוים.

געוויינלעך נעמט מען אָן, אַז די וועלט האָט נישט קיין

ענד. אומעטום זענען דאָ אין איר מאַטעריעלע מאַסן, שטערן, פלאַנעטן און קאָמעטן. און אין וועלכן אָרט פון דער וועלט מיר זאָלן זיך נישט אַריבערטראָגן אין געדאַנק, וועלן מיר דאָרטן מוזן זען אַ „הימל", וואָס איז ענלעך צו אונזערן, — אַ הימל, וואָס איז אַקוראַט אַזוי געדיכט אָדער אַזוי שיטער באַזייט מיט שטערן, ווי אונזערער.

דאָס פירט צו דעם שלוס, אַז די געדיכטקייט פון דער מאַטעריע אין דער וועלט מוז אין דורכשניט זיין איין און דיזעלביקע אומעטום, ווען אַפילו אין איינצלנע שטעלן קאָן זי זיין זייער פאַרשיידן.

אַזאַ בליק אויף דער וועלט שטימט אָבער נישט מיט ניוּ־טאָנס טעאָריע. ווען מען טראַכט זיך אַריין טיפער אין אירע יסודות, מוז פון זיי אַרויסקומען, אַז די וועלט האָט אַ מין צענטער, ווו די שטערן זענען געדיכט אָנגעפּראָפּט אויף אַ לפי ערך קליינעם שטח. וואָס ווייטער פון דעם צענטער ווערן זיי אַלץ שיטערער, ביז זיי פאַרשווינדן אינגאַנצן און מיט זיי פאַרשווינדט אינגאַנצן יעדע אָרט מאַטעריע. עס הויבט זיך אָן דער אומענדלעכער אַבסאָלוט־ליידיקער וועלט־חלל. „די שטערנוועלט", זאָגט איינשטיין, „מוז דערביי זיין אַן ענדלעך אינזל אין אַן אומענדלעכן אָקעאַן פון דעם רוים" *).

אַזאַ בליק אויף דער וועלט, איז אָבער, לויט איינשטיינס מיינונג, „ווייניק באַפרידיקנדיק". אויב מען נעמט אים אָן, מוז מען קומען צו דעם רעזולטאַט, אַז ביסלעכווייז מוז די אינזל־וועלט ווערן אַלץ אָרעמער און אָרעמער, סיי אין מאַטעריע, סיי אין ענערגיע. די ליכט־שטראַלן, וואָס ווערן כסדר אַרויסגעשיקט פון די שטערן, טראָגן זיך אַוועק אין דער אומענדלעכקייט און ווערן דאָרטן פאַרלאָרן; איינצלנע שטערן קאָנען אַוועקוואַנדערן אין דעם ליידיקן וועלט־חלל אַריין און קיינמאָל נישט קומען

---

*) אַלגעמיינפאַרשטענדלעך, ז. 71. דאָרטן ברענגט ער אויך דעם מאַטעמאַטישן באַווייז, פאַרוואָס עס דאַרף אַזוי אויסקומען על פּי ניוטאָן.

צוריק און קיינמאָל מער נישט האָבן קיין ברעקל מגע ומשא מיט דער איבעריקער וועלט. און — לאָמיר דאָ באַמערקן — אַז אויב מען זאָל אויך דערביי אָננעמען, אַז די וועלט איז פון א י ב י ק אָן, אַז אַן אומענדלעכע צייט איז שוין פאַרפלאָסן ביז צו דעם מאָמענט, ווען איך האָב דעם פאַרגעניגן צו שמועסן מיט דעם לייענער וועגן איינשטיינס טעאָריע, האָט, דאַכט זיך, יעגן וועלט־אינזל שוין לאַנג געמוזט זיין פאַנאַנדערגעלאָפן אין אַלע ריכטונגען פון דעם וועלט־חלל. אין מיינע אויגן איז שוין דאָס אַליין אַ וויכטיקער באַווייז, אַז אין ניוטאָנס טעאָריע איז דאָ דער ענין נישט גלאַטיק.

דער אַסטראָנאָם ז ע ל י ג ע ר, דערציילט אונז איינשטיין, האָט דעריבער געפרוווט אַזוי איבעראַנדערשן דאָס ניוטאָנשע גראַוויטאַציע־געזעץ, אַז מען זאָל נישט דאַרפן אָנקומען צו דער היפּאָטעזע פון אַן אינזל־וועלט אין אַן אַבסאָלוט־ליידיקן וועלט־חלל. אַזעלכע פּרוון, מיינט איינשטיין, קאָנען געמאַכט ווערן אַלערליי. ער פאַרמשפּט זיי אָבער דערפאַר, ווייל מען קאָן פאַר זיי נישט געפינען נישט קיין באַווייז פון דער דערפאַרונג, נישט קיין פּרינציפּיעלן טעאָרעטישן טעם.

לויט איינשטיינס געדאַנקענגאַנג וואָלטן אַלע אַזעלכע פּרוון נישט געקאָנט פירן צו באַפרידיקנדיקע רעזולטאַטן שוין דערפאַר אַליין, וואָס זיי זענען געבויט אויף די יסודות פון דער אויקלידישער געאָמעטריע, מיט אירע שנור־גלייכע ליניעס, וועלכע פירן אַלע צו דער פאָרשטעלונג פון אַן ענדלעכקייט אין רוים.

אַ גאַנץ אַנדער אויסבליק — מיינט איינשטיין — באַקומט די וועלט־פּראָבלעם, ווען מען פאַרלאָזט די אויקלידישע געאָמעטריע און מען נעמט אָן, אַז דער „בוי־פּרינציפּ פון דעם וועלטן־רוים", ווי מיר האָבן דאָס אָנגערופן, איז נישט די שנור־ליניע, נאָר די אויסגעקרימטע. דעמאָלט קאָן מען זיך אַרויסדרייען פון דער געדאַנקלעכער נויטווענדיקייט, אַז די וועלט מוז דוקא זיין אומענדלעך אין רוים. „די אַנטוויקלונג פון דער נישט־אויקלידישער געאָמעטריע", שרייבט איינשטיין, „האָט טאַקע געפירט צו דער

דערקענטעניש, אַז מען קאָן צווייפלען אין דער אומענדלעכקייט פון אונזער רוים, און דערביי נישט קומען אין קיין צוזאַמענשטויס נישט מיט דער דערפאַרונג, נישט מיט די געזעצן פון דענקען (רימאַן, העלמהאָלץ)״ *).

אויף דעם יסוד פון אַ נישט־אויקלידישער געאָמעטריע קאָן מען אויסאַרבעטן אַ פאָרשטעלונג וועגן דעם וועלט־געבוי, וואָס זאָל פירן צו דעם רעזולטאַט, אַז זי, די וועלט, איז אין דערזעלביקער צייט אי אומבאַגרענעצט, אי פונדעסטוועגן פאָרט נישט אומענדלעך.

די חקירה איז דאָ אַזאַ.

לאָמיר זיך קודם כל פאָרשטעלן, אַז עס זענען דאָ אַזעלכע ברואים, וואָס האָבן נאָר לענג און ברייט אָבער נישט קיין ברעקל גרעב. זיי זענען צוויי־דימענזיאָנאַל, און האָבן נישט קיין ברעקל השגה וועגן אַ דריטער דימענזיע. לאָמיר זיי אַרויפזעצן אויף אויף אַ צוויי־דימענזיאָנאַלן אויבערפלאַך, וואָס האָט נאָר לענג און ברייט, וואָס איז אָבער אומענדלעך סיי אין דער לענג, סיי אין דער ברייט.

פאַר אָט די צוויי־דימענזיאָנאַלע באַשאַפן איז נישטאָ נישט קיין הויך, נישט קיין טיף. זיי ווייסן נאָר פון זייער פלאַך. און ווען זיי מעסטן זי אויס מיט זייערע, אויך נאָר צוויי־דימענזיאָנאַלע מאַסשטאַבן, און געפינען אויס די רוימלעכע געזעצן, וואָס באַהערשן זייער וועלטן־רוים, מוזן זיי נאַטירלעך קומען צו אַן אויקלידישער געאָמעטריע. זיי קאָנען ציען אין זייער וועלטן־רוים שנור־גלייכע ליניעס, זיי קאָנען זיך פאָרשטעלן, אַז יענע ליניעס קאָנען פאַרלענגערט ווערן ביז אין „אין־סוף״ אַריין, ערגעץ נישט אָפּקערנדיק זיך פון זייער ריכטונג. זיי האָבן קיין ברעקל גרונט נישט אַריינצוּוואַרפן אין ספק דעם געדאַנק, אַז זייער צוויי־דימענזיאָנאַלער רוים איז אומענדלעך.

---

*) אין רוסלאַנד האָט דער מאַטעמאַטיקער לאָבאַטשעווסקי זעלבשטענדיק אויסגעאַרבעט די יסודות פון אַ „פאַן־געאָמעטרישן״ רוים, וואָס שטימען אין די וויכטיקסטע פונקטן מיט די פון רימאַן און העלמהאָלץ. זש.

איצטער לאָמיר דיזעלביקע פלאַכע באַשעפענישן אַוועקזעצן נישט אויף אַ פלאַטשיקן שטח, נאָר אויף דער אויבערפלאַך פון אַ כדור (אַ רונד, אַ באַל, אַ קײלעך). אויך דאָ האָבן זײ צו טאָן נאָר מיט לענגען און ברײטן און קאָנען נישט פאַרלאָזן די קײלעכדיקע פלאַך נישט אין דער הויך, נישט אין דער טיף. אויך דאָ קאָנען זײ נישט האָבן קײן ברעקל פאָרשטעלונג וועגן אַן אויסבויג אין דער הויך אָדער דער טיף. אויב זײ זאָלן איצ־טער אויסמעסטן זײער רוים און אויסגעפינען זײנע געזעצן, וועלן זײ מוזן קומען צו אַ גאַנץ אַנדער געאָמעטריע, ווי די אױ־קלידישע. ציען זײ אַ שנור־גלײכע ליניע אין זײער רוים, וואָס איז אַ כדור, וועלן זײ באַקומען נישט קײן שנור־גלײכע ליניע, נאָר אַ געקרימטע, און אויב זײ פירן יענע ליניע ביז אין „אין סוף" אַרײן, וועט פון איר ווערן אַ געשלאָסענער קרײז; די ליניע וועט זיך אומקערן צו איר אָנהויב און זיך צונויפגיסן מיט אים. און יענע באשעפענישן דאַרפן גאָר נישט מאַכן קײן וועלט־רײזע אַרום זײער רוים, כדי אויסצוגעפינען, אַז ער איז נישט קײן אויקלידישער. זײ קאָנען דאָס אויסרעכענען, בלײבנ־דיק אין זײער וווין־געגנט. זײ דאַרפן נאָר גוט אויסמעסטן אַ געווויסן גענוג גרויסן שטח פון זײער רוים, און דאָס וועט זײ ווערן קלאָר.

מיר זאָגן: „אַ גענוג גרויסן שטח". אויב זײ זאָלן נעמען נאָר אַ גאַנץ קלײנעם טײל פון זײער קײלעכדיקער פלאַך, וועלן זײ נישט קאָנען דערפאָרשן די אויסגעבויגטע טבע פון זײער רוים, ווי אויך אונז, אויף אונזער ערד, דוכט זיך, אַז קלענערע שטרעקן ערד, זענען נישט קײלעכדיק, נאָר פלאַטשיק. בײ אַ גרעסערן שטח פון זײער כדור וועלן זײ אָבער קאָנען דורכפירן דעם חשבון.

כדי זיך קלאָרער פאָרצושטעלן דעם חשבון, וועלכן אײנ־שטײן ברענגט, לאָמיר אָננעמען, אַז דער כדור איז אונזער ערד און דער צווײ־דימענזיאָנאַלער געאָמעטער, וואָס קאָן זיך נישט פאָרשטעלן קײן רוים־אויסבויג אין דער דריטער דימענזיע, אין דער הויך אָדער דער טיף, — אַז ער, זאָג איך, זיצט אויף

דעם צפון־פּאָלוס. ער ציט „שנור־גלייכע" ליניעס פון דעם צפון־פּאָלוס אין אַלע ריכטונגען פון זיין רוים, יעדע ליניע, זאָגן מיר, אַ הונדערט מייל די לענג. אַלע אָט די ליניעס גייען אין דער ריכטונג פון די „מערידיאַנען". די פרייע ענדן פון זייערע ליניעס וועלן נאַטירלעך ליגן אויף אַ קרייז, וואָס רופט זיך ביי אונז, אויף דער ערד, אַ „פּאַראַלעל". זאָל ער דערנאָך אויסמעסטן די לענג פון דעם פּאַראַלעל, און צעטיילן זי אויף דער טאָפּלטער לענג פון זיין שטיקל „מערידיאַן", וואָס איז דער ראַדיוס פון דעם קרייז. אין אַן אויקלידישן רוים דאַרף אַזאַ חילוק געבן אונז „די צאָל פּי" (...3,14). אויף דעם כדור וועט ער אָבער געפינען אַ צאָל, וואָס איז קלענער פאַר „פּי". וועט ער מוזן קומען צו דעם שלוס, אַז די שטיק פלאַך, וואָס ער האָט אויסגעמאָסטן, איז נישט קיין אויסגעשטרעקטע, נישט קיין פלאַטשיקע, נאָר אַן אויסגעבויגענע, אַ ספערישע, אַ שטיק פון אַ כדור. עס וועט אים מאַטעמאַטיש אויך נישט שווער זיין אויסצורעכענען, ווי גרויס עס דאַרף זיין דער גאַנצער פאַרנעם פון זיין „וועלט־רוים", פון דעם כדור, אויף וועלכן ער וווינט, ווייל די געפונענע צאָל דאַרף זיין אַלץ קלענער פאַר דער צאָל „פּי", וואָס גרעסער עס איז דער ראַדיוס פון זיין פּאַראַלעל אין פאַרגלייך צו דעם ראַדיוס פון דעם כדור הארץ. ער וועט זיך נאָך מער קאָנען פאַרגעווויסערן, אַז זיין רוים איז נישט קיין אומענדלעכער אויסשטרעק, נאָר אַן אין זיך געשלאָסענער כדור, ווען ער וועט באַמערקן דעם פאָלגנדיקן פאַקט: וואָס לענגער ער וועט מאַכן זיינע ליניעס אויף די מערידיאַנען, אַלץ גרעסער אין אומפאַנג וועלן ווערן די פּאַראַלעלן. אָבער דער אָנוואַקס אין זייער אומפאַנג וועט נישט גיין אָן אַ גרענעץ. דעם גרעסטן אומפאַנג וועט האָבן יענער פּאַראַלעל, וועלכן מיר רופן דער „עקוואַטאָר". קוים וועט ער אויף די מערידיאַנען ציען ליניעס, וואָס זענען גרעסער, איידער דער מהלך פון דעם פּאָלוס ביז צו דעם עקוואַטאָר, אַזוי וועלן די פּאַראַלעל־קרייזן זיך אָנהויבן פאַרקלענערן, און סוף־כל־סוף וועלן אַלע זיינע געצויגענע ליניעס זיך מוזן ווידער צונויפלויפן אין איין־אײנציקן פונקט.

אין דעם ד ר ו ם-פ אָ ל ו ס. דאָס וועט פאַר אים מוזן זיין דער באַשיינפּערלעכסטער באַווייז, אַז זיין וועלטן-רוים איז אַ כדור, אַ ספערישע פיגור, וואָס איר פלאַך איז 2-דימענזיאָנאַל, אָבער אויסגעבוינגן אין אַ ד ר י ט ע ר דימענזיע, פון וועלכער ער האָט אין זיין דערפאַרונג קיינמאָל קיין ברעקל השגה נישט געהאַט, און וועלכע ער קאָן זיך גאָרנישט אויסמאָלן אין זיין כוח הדמיון.

דער סך-הכל פון זיין אונטערזוכונג בנוגע זיין וועלטן-בוי וועט זיין, אַז זיין וועלט איז אמת אומבאַגרענעצט, ווייל ער קאָן ציען אויף איר אַ ליניע אָן אַ ברעג, ער קאָן זיך באַוועגן אויף איר אָן אַ סוף און זיך ערגעץ נישט אָנשטויסן אָן אַ גרע-נעץ. אָבער פונדעסטוועגן איז זיין וועלט נישט אומענדלעך, ווייל זי איז אַן ענדלעכער, אין זיך איינגעשלאָסענער כדור.

דער מענטש איז נישט קיין צוויי-דימענזיאָנאַלער, נאָר אַ ד ר י י-דימענזיאָנאַלער באַשאַף. אונז מענטשן איז נישט שווער זיך פאָרצושטעלן אַ ספערישן רוים, אַן אויסגעבויגענעם אין דער דריטער דימענזיע. אָבער פאָרשטעלן זיך, אַז אונזער גאַנצער דריי-דימענזיאָנאַלער רוים, מיט אַלע זיינע דריי אויסמעסטונגען, קאָן זיין אַן אויסגעבויגענער אין אַ פ ע ר ט ע ר דימענזיע איז אוממעגלעך פאַר אונזער כח הדמיון. דאָס איז אָבער נישט קיין באַווייז, אַז אונזער וועלטן-רוים איז אין דער אמתן נישט ספע-ריש, נאָר אויקלידיש.

עס קאָן זיין, אַז מיר, אונזער גאַנצע זונען-סיסטעם, גע-פינען זיך אויף אַ קליינינקן טייל פון אַ דריי-דימענזיאָנאַלן ס פ ע ר י ש ן רוים, וואָס איז אויסגעבויגן אין אַ פערטער דימענ-זיע, ווי די צוויי-דימענזיאָנאַלע אויבערפלאַך פון אַ כדור איז אויסגעבויגן אין אַ דריטער.

ווייל דער טייל, וואָס מיר פאַרנעמען אויף דעם ספערישן וועלטן-רונד, איז לפי ערך אַ קליינינקער, זענען די רוימלעכע געזעצן זיינע זייער נאָענט צו אויקלידישע. דעריבער מיינען מיר, אַז מיר ציען „שנור-גלייכע" ליניעס, אַז זיי קאָנען געמאָלט זיין אין דערווירקלעכער וועלט, און דעריבער קאָנען מיר נישט

זיין זיכער, צי אונזער וועלט איז אַן ענדלעכע אָדער אַן אומ-ענדלעכע.

אָבער אויך מיר קאָנען מאַכן דיזעלביקע געאָמעטרישע אויסרעכענונגען, וואָס דער צוויי-דימענזיאָנאַלער געאָמעטער האָט געמאַכט אויף זיין צוויי-דימענזיאָנאַלן ספערישן שטח (וויניקסטנס קאָנען מיר צולאָזן די געדאַנקלעכע מעגלעכקייט פון אַזאַ חשבון). לאָמיר פון אַ וועלכן עס איז פונקט אין אונזער דריי-דימענזיאָנאַלן רוים — ערגעץ-ווו הויך אין דער לופטן — ציען שנור-גלייכע ליניעס פון דערזעלביקער לענג אין אַלע ריכטונגען. עס איז קלאָר, אַז אַלע פרייע ענדן פון אַזעלכע ליניעס דאַרפן ליגן אויף דער אויבערפלאַך פון אַ כדור, ווי די פרייע ענדן פון די מערידיאַן-ליניעס זענען געלעגן אויף אַ קרייז. דער ראַדיוס פון דעם כדור וועט זיין די געצויגענע ליניע. לאָמיר אויסרעכענען די גרויס פון דער אויבערפלאַך פון אָט דעם כדור. אויב עס וועט זיך אַרויסווייזן אַז איר גרויס איז גלייך דער צאָל „פי", געכפלט אויף דעם קוואַדראַט פון דעם ראַדיוס, דע-מאָלט געפינען מיר זיך אין אַן אויקלידישן רוים. אויב אָבער עס וועט אויסקומען, אַז דער כדור-אויבערפלאַך איז קלענער פאַר דער צאָל, דעמאָלט איז קלאָר, אַז מיר געפינען זיך אין אַ ספעריש-געבויטן רוים.

און ווייטער, לאָמיר אַלץ מער און מער פאַרגרעסערן די לענג פון די געצויגענע ליניעס. די כדורס, וואָס וועלן זיך באַ-קומען דערביי, וועלן ווערן אַלץ גרעסער און גרעסער. אויב אָבער ביי דער ווייטערער פאַרלענגערונג וועלן מיר באַמערקן, אַז מיר האָבן דערגרייכט דעם מאַקסימאַל-גרעסטן כדור, און אַז ביי אַ נאָך ווייטערער פאַרלענגערונג פון די ליניעס, הויבן די כדורס ווידער אָן ווערן קלענער, וועט שוין פאַר אונז קיין ברעקל ספק נישט זיין, אַז אונזער רוים איז נישט אומענדלעך, אַז סוף-כל-סוף וועלן זיך אַלע ליניעס ווידער צענויפלויפן אין איין איינציקן פינטל, וואָס ליגט פונקט אַנטקעגן יענעם פינטל, פון וועלכן מיר האָבן גענומען זיי ציען. דעמאָלט וועט זיין קלאָר, אַז אויך אונזער וועלטן-רוים איז אמת אַן אומבאַגרענעצטער — ווייל אין

וועלכער ריכטונג מיר זאָלן זיך נישט באַוועגן אין איס, וועלן מיר זיך נישט אָנשטויסן אויף אַ גרענעץ, — אָבער דערפאַר איז ער אַן ענדלעכער, ווייל ער שטעלט מיט זיך פאָר אַן ענד־לעכן, אין זיך איינגעשלאָסענעם ספערישן דריי־דימענזיאָנאַלן כדור.

מיר וועלן דאָס מוזן צוגעבן, הגם מיר קאָנען אין אונזער כוח הדמיון זיך בשום אופן נישט פאָרשטעלן יענע דימענזיע, אין וועלכער דער דריי־דימענזיאָנאַלער כדור דאַרף זיך אויסבויגן, כדי ער זאָל קאָנען ווערן אַ ספערישער.

עס מוז דאָ אויסדריקלעך באַמערקט ווערן, אַז איינשטיין אַליין גלויבט בפירוש אין דער מעגלעכקייט פון אַזאַ רוים־פאָרשטעלונג. אזוי שרייבט ער: „קאָן מען זיך פאָרשטעלן אַ ספערישן רוים? זיך פאָרשטעלן אַ רוים הייסט נישט קיין אַנדער זאַך, ווי זיך פאָרשטעלן דעם סך־הכל פון רוימלעכע דערפאַרונגען, ד. ה. פון דערפאַרונגען, וואָס מען באַקומט, ווען מיר באַוועגן פעסטע קערפערס. אין אָט דעם זין איז אַ ספערישער רוים פאָרשטעלבאַר״ *). איינשטיין וויל דערמיט זאָגן, ווי דאָס ווערט ביי אים שפעטער קלאָר, אַז אויב די באַשריבענע דערפאַרונגען אין אַ ספערישן רוים זענען פאָרשטעלבאַר, מוז ממילא אויך דער רוים גופא אָנ־גערופן ווערן אַ „פאָרשטעלבאַרער״.

מיר זענען אָבער נישט מחויב צו פאָלגן איינשטיינען אין זיינע דערקענטעניש־טעאָרעטישע דעפיניציעס און מיך קאָנסטאַ־טירן, אַז אויב אונטער דעם „זיך פאָרשטעלן״ זאָל מען פאַר־שטיין נישט דאָס „משער זיין זיך אין געדאַנק״, נאָר דאָס „אויס־מאָלן זיך אין כוח הדמיון״, דעמאָלט קאָן קיין מענטשלעכער כוח הדמיון זיך נישט פאָרשטעלן אַ דריי־דימענזיאָנאַלן ספעריש־אויסגעבויגטן „חלל״.

די גאַנצע ביז אַהער געבראַכטע חקירה שטאַמט נישט פון איינשטיינען, נאָר איז אויסגעאַרבעט געוואָרן דער עיקר פון רימאַנען און העלמהאָלצן. עס פאַרשטייט זיך, אַז אַזעלכע מאַ־

*) ד. ג. ז. 75.

טעמאַטישע אויסמעסטונגען און אויסרעכענונגען זענען אין דער ווירקלעכער דערפאַרונג נאָך נישט געמאַכט געוואָרן און קאָנען נאָך נישט געמאַכט ווערן. איינשטיין פאַרזיכערט אונז אָבער, אַז זיין אַלגעמיינע רעלאַטיוויטעטס-לערע צווינגט אויף אונז אַרויף שלוסן בנוגע דעם וועלטן-בוי, וואָס שטימען מיט די קאָנסעקווענצן פון רימאַנס ספערישן כדור, ריכטיקער: פון אַ ספערישן עליפּס.

לויט דער רעלאַטיוויטעטס-לערע איז נישטאָ קיין ליידיקער וועלט-חלל. די נעאָמעטרישע אייגנשאַפטן פון דעם רוים ווערן באַדינגט פון דער מאַטעריע, אין וועלכער ער געפינט זיך: אַלץ הענגט דערביי אָפּ פון די שווער-פעלדער, וועלכע ווערן געביל-דעט דורך איר, פון די רוימלעכע „בערגלעך און טאָלן", וואָס ווערן דערביי באַשאַפן. פאָרשט מען אויס די אונז באַקאַנטע וועלט-מאַטעריע מיט אירע שווער-פעלדער, און דערוויסט מען זיך, אַז די געשווינדקייטן פון די שטערן זענען אַזוי קליין לגבי דער געשווינדקייט פון אַ ליכט-שטראַל, אַז מען קאָן די גאַנצע וועלט-מאַטעריע באַטראַכטן ווי אין אַ צושטאַנד פון ר ו, דעמאָלט עפענען זיך פאַר אונז — זאָגט איינשטיין — נאָר צוויי מעגלעכע בליקן אויף דעם געבוי פון דעם רוים און פון דער וועלט.

מען קאָן זיך פאָרשטעלן דעם וועלט-רוים ווי אַן אומ-רעגלמעסיק-געקרימטע אויבערפלאַך מיט בערגלעך און טאָלן, „ווי, זאָגן מיר, די אויבערפלאַך פון אַ ים מיט שוואַכע געגרייזל-טע וואַלן". „אַזאַ מין וועלט", זאָגט איינשטיין, „וואָלט פּאַסיק געקאָנט אָנגערופן ווערן אַ כמו-אויקלידישע. זי וואָלט געווען רוימלעך אומענדלעך. אָבער אַזאַ וועלט וואָלט נישט געקאָנט זיין אומעטום באַפעלקערט מיט מאַטעריע" *). עס מוזן בנוגע איר אויס:וואַקסן אַלע יענע האַרבע שאלות, וואָס זענען פאַרבונדן מיט דער פאָרשטעלונג פון אַן אומענדלעכער וועלט. עס וואָלט אויסגעקומען על פי חשבון, אַז די דורכשניטלעכע געדיכטקייט

*) ד. ג. ז. 77.

פון דער וועלט-מאַטעריע איז גלייך נול. „זאָל אָבער די וועלט״ זאָגט איינשטיין, „האָבן אַ מאַטעריע, וואָס איר מיטעלע געדיכטקייט זאָל כאָטש וויפל עס איז זיין גרעסער פון נול, דעמאָלט קאָן די וועלט נישט זיין כמו-אויקלידיש. נאָך מער: דער חשבון באַווייזט, אַז ביי אַ גלייכמאָסיק-פאַרטיילטער מאַטעריע מוז זי (די וועלט) על פי הכרח זיין אַ ספערישע, ד. ה. אַן עליפטישע. אַזוי אָבער ווי די מאַטעריע איז באמת אין איינצלנע שטעלן נישט גלייכמאָסיק פאַרטיילט, מוז דיווירקלעכע וועלט אין איינצלנע שטעלן אָפּווייכן פון איר ספערישן מהות. זי איז דעריבער אַ כמו-ספערישע״ *).

אַ כמו-ספערישע וועלט איז אָבער אַזאַ, וואָס איז אין ערגעץ נישט באַגרענעצט, ווייל די באַוועגונגען אין איר קאָנען זיך אין ערגעץ נישט אָנשטויסן אויף א ברעג. זי איז אָבער ענדלעך, ווייל אין זיך איינגעשלאָסן. איינשטיין געפינט אויס, אז אונזער ענדלעך וועלטל איז נישט קיין כדור, נאָר איי-פאָרמיק, — אַן על י פ ס. זיין טעאָריע גיט אפילו די מעגלעכקייט אויסצורעכענען דעם ראדיוס פון דעם וועלט-אל... ס׳איז נישט קיין קליין אייעלע, אונזער וועלטל.

מיט דעם ענדיקן זיך דערווייל די רעזולטאַטן פון איינשטיינס פאָרשונגען.

---

*) ד. ג. ז. 77.

איינשטיינס רעוואָלוציע אין מענטשלעכן
דענקען

עס איז געווען אונזער פריערדיקער ציל נישט נאָר באַקאַנט צו מאַכן דעם לֿייענער מיט די רעזולטאַטן פון איינשטיינס פאָרשונגען — אין גראָבע שטריכן, פאַרשטייט זיך, — נאָר אויך אָפּשאַצן זייער באַטייט פאַר דעם מאָדערנעם וויסנשאַפטלֿעכן און פילֿאָזאָפישן דענקען. לײדער מוזן מיר אָט די צוויי אויפגאַבן איבערלֿאָזן פאַר אַ פּאַסיקערער געלֿעגנהייט. די באַטראַכטונגען וועגן אַן אומבאַגרענעצטער, אָבער ענדלֿעכער וועלט קאָנען דאָך אויך נישט געצויגן ווערן אומבאַגרענעצט אין דער אומענדלעכקייט אַריין.

אָפּשלֿיסנדיק דערווײלֿ אונזער אַרבעט, ווילֿן מיר נאָר מיטטיילן אַ פּאָר פראַגן, וואָס מיר האָבן געשטעלֿט איינשטיינען און זיינע ענטפערס אויף זיי, ווײלֿ זיי העלֿפן נאָך בעסער צו פאַרשטיין זיין בליק אויף דעם וועלֿטן־בוי. איך האָב געפרעגט:

— ווען איך שיס אין הימל אַריין אַ קוילֿ און זי טראָגט זיך כסדר אין דערזעלֿביקער „שנור־גלֿייכער" לֿיניע, אַלֿץ אַרויף און אַרויף, דורך דעם וועלטן־רוים: מוז זי זיך אומקערן פון דער אַנדערער זייט, אַקוראַט צו דעמזעלֿביקן פונקט, פון וועלכן איך האָב זי אַרויסגעשאָסן?

— אַבסאָלֿוט! — האָט געענטפערט איינשטיין.

— מוז מען זיך פאָרשטעלֿן, אַז ס'איז דאָ נאָר איין־איינציקע, אין זיך געשלֿאָסענע וועלֿט? קאָן מען צולֿאָזן, אַז עס זענען דאָ נאָך מערער, אפשר אומענדלעך פילֿ, אַזעלֿכע אין זיך אָפּגעשלאָסענע וועלֿטן, אָפּגעטיילט איינע פון די אַנדערע דורך לֿיידיקע צווישן־רוימען?

— ווי? — האָט איינשטיין איבערגעפרעגט, — מען זאָל

קאָנען פון איין וועלט אַריבערשיסן מיט אַ האַרמאַט אין אַן אַנ־דערער וועלט? ניין, דאָס בשום אופן נישט.

איין וועלט! איז איינשטיינס לאָזונג. און אָט דער „אחד״! איז, ווי דער לייבניצער האָט שוין געוויס געמערקט, דער גרונט־מאָטיוו פון איינשטיינס גאַנצן דענקען און פאָרשן. איין! איינס! רופט ער צו אונז אויף יעדן שריט און טריט.

רו און באַוועגונג איז איינס! רוים און צייט איז איינס! מאַסע און ענערגיע איז איינס! שווער־קראַפט און אינערציע איז איינס! די וועלט איז איינע!

פאַרוואָס האָט דער „איין״־געדאַנק אַזאַ מאַגנעטישע קראַפט אויף דעם מענטשלעכן דענקען בכלל, אויף דעם יידישן דענקען בפרט? שטאַמט ער אפשר נישט אין דעם לעצטן סך־הכל פון יענער אינעווייניקסטער רוחניותדיקער וועלט־אייניקייט, וואָס האַלט צונויף דעם גאַנצן באַשאַף? איז ער אפשר אַן אָפּשיין פון יע־נער איין־איינציקער וועלט־שאַפנדיקער מאַכט, אַן אָפּשיין, וואָס האָט צוערשט אויפגעציטערט אין די חלומות פון די יידישע נביאים, האָט פאַנאַנדערגעשפרייט זיינע מעכטיקע פילאָזאָפישע פליגלען אין שפינאָזאַס סיסטעם, האָט אַרויסגערופן צו זיך די התלהבותדיקע ליבע פון די קאַבאַליסטישע און די חסידישע דענקער און זייער צאַרטע בענקשאַפט אין ר׳ לוי יצחק בערדי־טשעווערס לידל:

אין מזרח — דו!
אין מערב — דו!
אין צפון — דו!
אין דרום — דו!
רק — דו! נאָר — דו!

דאָסטאָיעווסקי האָט אַמאָל געזאָגט אַ טיף ווערטל: „קאָנט איר זיך פאָרשטעלן אַ יידן אָן דעם גאָטס־געדאַנק?״ על־כל־פנים איז שווער זיך פאָרצושטעלן א יידישן דענקער אָן דעם אייני־הייט־געדאנק, אָן דעם שטרעבן צו ארבעטן „לשם יחוד״, אָן דעם שטרעבן צו דעם „וועלט־אחד״.

איינשטיינס טעאָריעס אין דער פיזיקאַלישער וויסנשאַפט

גייען איצטער פון איין טריאומף צו דעם אנדערן. עס זענען שוין כמעט נישטאָ קיין ערנסטע קעגנער, וואָס זאָלן באַשטרייטן די יסודות פון זיין רעלאַטיוויטעטס-טעאָריע, און די אָנ-הענגער איינשטיינס זענען נישט שטארק מגזם, ווען זיי זאָגן, אז איינשטיין האָט דורכגעפירט א רעוואָלוציע אין אלע צווייגן פון דער אַנאָרגאנישער נאטורוויסנשאפט, וואָס איז נישט קלע-נער און אפשר נאָך באדייטנדיקער, ווי יענע רעוואָלוציע, וועלכע קאָפּערניק האָט דורכגעפירט אין דער אסטראָנאָמיע.

די פארגלייכן צווישן קאָפּערניק און איינשטיין קאָנען גע-מאכט ווערן אין א סך פּרטים און פון פארשיידענע שטאנד-פונקטן. איך וויל דאָ ארויסהויבן נאָר איין-איינציקן פונקט, וואָס האָט א באַטייט נישט פאר דעם אָדער יענעם וויסנסצווייג, נישט פאר דעם אָדער יענעם געדאנק אין דער מענטשלעכער דערקענ-טעניש, נאָר פאר דאָס מענטשלעכע דענקען בכלל.

קאָפּערניקס רעוואָלוציע אין דער אסטראָנאָמיע, וואָס האָט אָפּגעשטעלט דעם גאנג פון דער זון ארום דער ערד, און האָט באפוילן די ערד צו דרייען זיך ארום דער זון, איז נישט גע-בליבן איינגעשלאָסן אין די גרענעצן פון דער אסטראנאָמיע. זי האָט זיך אריבערגעוואָרפן אויף אלע פעלדער פון דעם מענטש-לעכן טראכטן און פאָרשן און האָט אין זיי ארויסגערופן איבער-קערענישן, וועגן וועלכע קאָפּערניק האָט גאָרנישט געחלומט. זיי וואָלטן אפשר אים אליין אָפּגעשראָקן, ווען ער וואָלט זיי דער-לעבט.

קאָפּערניקס סיסטעם האָט צעטרייסלט אלע יסודות פון דעם מיטלאלטערלעכן דענקען.

ס'איז צעבראָכן געוואָרן די מאכט פון דער טעאָלאָגיע. אויף איר טראָן איז ארויפגעזעצט געוואָרן דער פרייער מענטשלעכער שכל, וואָס האָט געפאָדערט,אז יעדעס מענטשלעך טראכטן, יעדע מענטשלעכע דערקענטעניש זאָל זיך רעכענען נאָר מיט זיינע אבסאָלוטע געבאָטן און נישט מיט קיין אנדערע.

עס איז ביסלעכווייז אויסגעוואקסן דער געדאנק פון איי-ביקע אבסאָלוטע נאטור-געזעצן, פון דער נויטווענדיקייט,

וואָס באהערשט אלע פאסירונגען אין דעם וועלט־געשעען, אָן א וואַסער־עס־איז מעגלעכקייט פון א וועלכן עס־איז אויסנאם.

איינשטיינס רעוואָלוציע אין דער פיזיק איז אויך נישט איינגעשלאָסן אין די גרענעצן פון דער אַנאָרגאַנישער נאַטורוויסנ־שאפט. זי ווארפט זיך אויך אריבער און דרינגט אריין אין אַלע ספערן פון דעם מענטשלעכן דענקען און זוכן און פירט אויך צו אזעלכע איבערקערעניש, אויף וועלכע איינשטיין אליין וואָלט אפשר נישט וועלן אינגאנצן מסכים זיין. אויך זי איז אַ רעוואָלוציע, וואָס גרייפט אָן די וואָרצלען פון דעם דענקען,— אַן אויפשטאנד קעגן דעם טראָן און דער קעניגלעכער מאכט, וואָס זיצט אויף אים, מיט דער אומבאשטרייטבארער קרוין אויף איר קאָפּ, מיט דעם הייליקן סצעפּטער אין איר האנט.

דאָסמאָל איז דאָס, — ווי דער לייענער שטויסט זיך אָן, — אַן אויפשטאנד אנטקעגן דעם נייעם הערשער אין דער מענטש־לעכער געדאנקענוועלט: אנטקעגן דעם „ריינעם" שכל, וואָס שיקט מאיעסטעטיש דעם געדאנק צו ברענגען אים אויף א טעלער דעם „אבסאָלוטן אמת"; קעגן די אבסאָלוטע באפעלן זיינע, וואָס צו מעגן און וואָס נישט צו טאָרן אין דעם פאָרשן און טראכטן וועגן גאָט, וועלט און מענטש.

איינשטיינס אויפשטאנד איז אָבער נישט קיין „קאָנטער־רע־וואָלוציע" אנטקעגן דעם „ריינעם" שכל מצד דער רעאקציאָנע־רער טעאָלאָגיע און דער רעליגיעזער טראדיציע. עס איז דער רעוואָלוציאָנערער באפרייאונגס־אויפשטאנד פון די וויסנשאפטלעכע פראָווינצן, אויף וועלכע דער „קלאָרער", „ריינער" שכל האָט ביז אהער געהאַט זיין „מאַנדאט". דאָס וויסנשאפטלעכע דענקען וויל זיך מער נישט לאָזן פירן אומקריטיש פון דעם שכלס גע־באָט, וויל זיך מער נישט יאָגן נאָך דעם ציל, וועלכן דער שכל האָט אַוועקגעשטעלט פאר איר אויסצוגעפינען דעם „אבסאָלוטן אמת".

אויף וואָס בויט דער „ריינער" שכל זיין מאכט, אויסצוגע־פינען דעם אבסאָלוט „אמתן אבסאָלוטן אמת"? קודם־כל אָפּערירט ער דערביי מיט די באגריפן פון „מעגלעך", „אוממעגלעך", „נויט־

וועגדיק". ווונדער זענען „אוממעגלעך". דער אָדער יענער רעיון איז אבסאָלוט אמת, ווייל דער שכל איז אים מחייב. ער איז אַ נויטוועגדיקער געדאנק, „עס קאָן נישט זיין אנדערש".

איינשטיין לייקנט נישט, אז דאָס מענטשלעכע דענקען מוז אָנווענדן אָט די דריי קאטעגאָריעס, צ. ב. אין דער מאטעמאַטיק. צוויי מאָל צוויי איז פיר און עס קאָן אנדערש נישט זיין (הגם, גרויסע קריטישע דענקער האָבן אויך אויף דער גאנצער מאטעמאטיק ארויפגעשטעלט אַ פראגע-צייכן). איינשטיין וויל אָבער האָבן, אז נישט אלץ, וואָס עס דוכט זיך דעם שכל, אז עס איז נויטווענדיק אזוי, אָדער אז ס'איז אוממעגלעך, עס זאָל זיין אזוי, מוז דאָס טאקע אזוי זיין אין דער ווירקלעכקייט. אָט די אמתן, וואָס דער מענטשלעכער שכל ברענגט ארויס פון זיך אליין, פון זיין „ריינער" נאטור און מיינט, אז זיי זענען אַ חוב פאר יעדן דענקנדיקן קאָפּ, זענען נישט אבסאָלוט נאָר רעלאטיוו. זיי זענען אמת נאָר אין געוויסע גרענעצן, ביז צו אַ געוויסער מאָס, אונטער געוויסע באַדינגונגען. אין אנדערע גרענעצן, אונטער אנדערע באדינגונגען פארלירן זיי זייער ריכטיקייט.

וואָס קאָן זיין אמתער און אבסאָלוטער איידער דעם מענטשנס איבערצייגונג, אז די צייט-מאָסן און די לענג-מאָסן מוזן אומעטום און אונטער אלע אומשטענדן האָבן דיזעלבע גרויס? אז אַ קלאפטער מוז אומעטום און אלעמאָל זיין אַ קלאפטער די לענג? אז אַ שעה מוז אומעטום און אלע מאָל געדויערן אַ שעה?

איינשטיין באַווייזט אָבער, — און דערמיט האָט ער אויפגערודערט דאָס גאנצע מענטשלעכע דענקען, — אז אויך דער אמת וועגן לענגען און צייטן איז נישט אבסאָלוט, נאָר רעלאַטיוו. עס זענען דאָ אומשטענדן אין די פּראָצעסן פון דער וועלט, ווען דער קלאפטער דאַרף גערעכנט ווערן פאר וויניקער איידער אַ קלאפטער, און אַ שעה פאר מער איידער אַ שעה.

ווי אַזוי איז דאָס מעגלעך? דעם „ווי אַזוי" וועט שוין דער שכל דאַרפן אויסגעפינען, אויב ער וועט קאָנען. אָבער

איינשטיין פּאָדעו׳ט, ער זאָל דאָס אָננעמען, אַפילו ווען ער קאָן דאָס נישט דערקלערן; ער זאָל דאָס נישט פאַרוואַרפן מיט דעם אויסרייד: „דאָס קאָן נישט זיין!״ עס איז אַזוי, ווייל דאָס לערנט אונז די פיזיקאַלישע וויסנשאַפט, וואָס שטודירט די פיזיקאַלישע ווירקלעכקייט, לויט דעם פּינקטלעכסטן מאַטע־מאַטישן חשבון.

ווי אַזוי איין קליינער פאַקט פון דער ווירקלעכקייט קאָן אַנידערוואַרפן אַלע חשבונות פון „מעגלעך״ און „אוממעגלעך״, אי־לוסטרירט איינשטיין, — אין זיינע געשפּרעכן מיט מאָשקאָווו־סקין — דורך אַ קליינעם ביישפּיל, וועלכן מיר גיבן דאָ איבער אין אַביסל אַ מאָדיפיצירטער פאָרם.

לאָז זיין, אַז אַ וועלכער עס איז גייסטיק, דענקנדיק פּינטל, וואָס האָט זיך תמיד באַוועגט נאָר אין גלייכע ליניעס, ווי אַ ווירע, און וואָס האָט דעריבער קיין השגה נישט פון אַ קיילעכדיקער ליניע, שטייט אויף דעם שפּיץ פון דער „וואָלוואָירט בילדינג״ אין ניו־יאָרק, באַשליסט צו לאָזן זיך אין די מרחקים, צו פליען ביז צו דעם סוף פון דער וועלט, האַלטנדיק זיך תמיד אויף דערזעלבער הויך פון דער ערד און פליענדיק כסדר אין איין־און־דערזעלביקער גלייכער ליניע. עס טוט דאָס, און אין יעדן מאָמענט פון זיין פליען איז ער איבערצייגט, אַז ס׳טראָגט זיך אין אַ גלייכער ליניע, ווייל עס בייט דאָך ערגעץ נישט אום זיין ריכטונג, און אַז וואָס לענגער, עס פליט, אַלץ ווייטער ווערט עס פון ניו־יאָרק. „וואָס לענגער אַלץ ווייטער״, — אין אָט דעם פאַקט קאָן ביי אים קיין ספק נישט זיין. דאָס איז זיין שכל מחייב און — „אַנדערש קאָן דאָס נישט זיין!״.

אָבער נאָך אַ געוויסער צייט פליען אין איין־און־דערזעל־ביקער ריכטונג, כאַפּט ער זיך פּלוצלונג, אַז ער איז געקומען ווי־דער קיין ניו־יאָרק, ווידער אויף דער „וואָלוואָירט בילדינג״ נאָר פון דער אַנדערער זייט. וואָס מוז זיך דאָס פּינטל דענקען דערביי? אויב עס קאָן זיך נאָך אַלץ נישט משער זיין קיין באַוועגונג אין אַ קרומער ליניע און אַ קרייז, וואָס פּרט אַלע מאָל צו דעם אויסגאַנגס־פּונקט, וועט עס זיך דאָס נישט

קאָנען דערקלערן, אָבער עס וועט סוף-כל-סוף מוזן צוגעבן דעם „אומדערקלערלעכן" פאַקט, וואָס פאַטשט אין פּנים אַלע געזעצן פון דעם ריינעם דענקען, אַז אונטער געוויסע אומשטענדן קאָן געמאָלט זיין, מען זאָל זיך פון אַן אָרט דערווייטערן אַלץ מער און מער און דערפון זאָל אויסקו-מען, אַז מען דערנענטערט זיך צו אים אַלץ מער און מער. מיט אַנדערע ווערטער: אַז דער כלל: „וואָס ווייטער, אַלץ ווייטער" איז נישט קיין „אַבסאָלוטער אמת", נאָר אַ רעלאַטי-ווער. אין געוויסע פאַלן איז גאָר אמת דער אומגעקערטער כלל: „וואָס ווייטער, אַלץ נענטער".

ערשט, ווען דאָס פּינטל לערנט זיך אויס, זיך משער צו זיין אַ קרייז און אַ באַוועגונג אין אַ קרייז, ווערט אים קלאָר דער ענין און עס זעט איין, פאַר וואָס דאָס מוז זיין אַזוי און פאַרוואָס עס קאָן אַנדערש נישט זיין, און ער רעוואָלוציאָנירט זיין גאַנצע ביזאַהעריקע וויסנשאַפט.

דער ביישפּיל מיט דעם פּינטל קאָן אונז דינען נאָך אין אַ וויכטיקן פּרט. אויך דאָס מענטשלעכע דענקען האָט די טבע אַלע מאָל צו טראָגן זיך מיט איין און דעמזעלביקן אימפּעט אין איין-איינציקער גלייכער ליניע, לויט דעם כלל: „וואָס מער, אַלץ מער!" איך האָב וועגן דעם מיט יאָרן צוריק גערעדט באַריכות אין מיין איינלייטונג צו „דאָס נייע לעבן" און אין מיינע „היסטאָרישע אידייען-פאַרבינדונגען". איך האָב דאָרט אויפגעוויזן, אַז דאָס אַזוי-גערופענע „קאָנסעקווענטע דענקען" איז דער ליבלינגס-מעטאָד פון דעם הערשנדיקן ראַדיקאַליזם, און אַז דערדאָזיקער מעטאָד איז גרונט-פאַלש.

צו אָט די געדאַנקען געפינט זיך אַ באַשטעטיקונג אין איינשטיינס גייסטיקער רעוואָלוציע. די ווירקלעכקייט האָט זיך, לויט איינשטיינען, נישט מחייב געווען צו פאָלגן אָט דעם כלל גדול פון דעם אַבסטראַקטן, ריין-שכלדיקן דענקען. זי פאָלגט דעם כלל פון „וואָס מער, אַלץ מער" און פלוצלונג שטעלט זי זיך אָפּ ביי אַ געוויסער גרענעץ און זאָגט: „און ווייטער נישט מער"!

ווען אַ זאַך באַוועגט זיך מיט אַ געוויסער געשווינדקייט,

קאָנען מיר זיך פאָרשטעלן, אַז די געשווינדקייט זאָל ווערן אַן אַלץ גרעסערע און גרעסערע, און ניוטאָן האָט געגלויבט, אַז זי קאָן פאַרגרעסערט ווערן אָן אַ סוף. קומט איינשטיין און באַווייזט, אַז ל א! עס איז דאָ אַ ג ר ע נ ע ץ צו דער געשווינדקייט: קיין זאַך קאָן זיך נישט באַוועגן געשווינטער, ווי אַ ליכט-שטראַל, און די געשווינדקייט פון אַ ליכט-שטראַל איז תמיד דיזעלבע און קאָן נישט פאַרמערט ווערן, ווי זי קאָן נישט פאַרמינערט ווערן (אָבער אויך דאָס דאַרף מען, לויט איינשטיינען, נעמען נישט צו-אַבסאָלוט...) און אין זיין טעאָריע באַווייזט ער, פאַר וואָס דאָס מ ו ז זיין אַזוי.

אין דערזעלביקער ליניע פון דענקען ליגט דער רעזולטאַט, צו וועלכן ער קומט, אַז די גאַנצע וועלט מ ו ז זיין ענדלעך, ווען אַפילו זי איז אומבאַגרענעצט.

אָט דעריבער ליגט דער וויכטיקסטער פונקט פון איינשטיינס רעוואָלוציע אין דעם ט ע אָ ר ע ט י ש ן דענקען. דורך זיין לערע וועגן רוים און צייט האָט ער באוויזן, אז עס קאָנען זיין זאכן, וואָס זענען מעגלעך אוןווירקלעך, ווען אפילו דער שכל איז מחייב זייער אוממעגלעכקייט, און אין דער לערע וועגן דער געשווינד-קייט פון א באוועגונג האָט ער באוויזן, אז א זאך קאָן זיין א ו מ-מ ע ג ל ע ך, ווען אפילו דער שכל איז מחייב, אז זי זאָל זיין מעגלעך אָדער גאָר אבסאָלוט נויטווענדיק.

דורכדעם ווערן די אבסאָלוטע יסודות פון דעם ריינעם שכל, — מיט זיין „וואָס מער, אלץ מער״ — פ א ר ר ע ל א ט י ו ו י ר ט: דער „אבסאָלוטער אמת״ ווערט אראָפגעזעצט פון זיין טראָן, און זיין פלאץ פארנעמט — די ערלעכע איבערגעגעבנקייט צו דעם ו ו י ר ק ל ע כ ן ג ע ש ע ע ן און צו יענע „מעגלעכקייטן״ און „אומ-מעגלעכקייטן״, וואָס פליסן ארויס פון אים גופא.